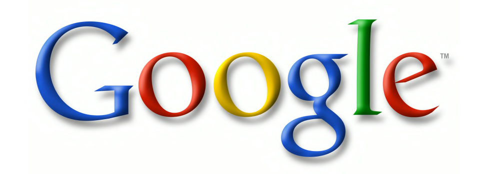
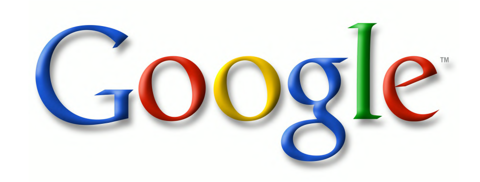





NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06272151 3





PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES, OUTILS ET APPAREILS

PARIS. — IMPRIMERIE CLAYE ET TAILLEFER
RUE SAINT-BENOIT, 7.

PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES

OUTILS ET APPAREILS

LES PLUS PERFECTIONNÉS ET LES PLUS RÉCENTS

EMPLOYÉS

DANS LES DIFFÉRENTES BRANCHES DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE

PAR

M. ARMENGAUD AINÉ

INGÉNIEUR, PROFESSEUR AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT ET DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE

TEXTE

TOME SIXIÈME



PARIS

CHEZ L'AUTEUR, 19 QUATER, RUE SAINT-SÉBASTIEN

L. MATHIAS, 15 QUAI MALAQUAIS

1848

PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES, OUTILS ET APPAREILS

LES PLUS PERFECTIONNÉS ET LES PLUS RÉCENTS,

Employés dans les différentes branches de l'Industrie française et étrangère.

TOME VI.

Quoique nous ayons publié cinq volumes complets de machines, d'outils et d'appareils divers, nous sommes loin d'avoir épuisé toutes les matières qui soient à traiter dans les différentes branches d'industrie. Tous les jours on voit surgir des inventions nouvelles, de nouveaux perfectionnements, dont le nombre augmente sans cesse ; les constructions mécaniques en tous genres deviennent plus répandues, plus importantes.

En continuant notre Recueil, avec le concours bienveillant de nos souscripteurs, nous cherchons à nous mettre constamment à la hauteur des progrès actuels, et pour suivre ces progrès, pour les enregistrer, pour les faire connaître, nous devons agrandir le cercle de notre ouvrage, au fur et à mesure qu'ils deviennent plus nombreux, plus intéressants. Aussi, nous donnerons dorénavant plus de matériaux divers, nous traiterons plus de questions différentes, nous embrasserons enfin un bien plus grand nombre de sujets, dans chaque livraison, dans chaque volume.

Il n'est pour ainsi dire pas une seule fabrication, aujourd'hui, qui n'ait subi des changements, des perfectionnements notables, ou qui ne soit en voie d'amélioration. C'est donc vers l'industrie, vers l'agriculture et le commerce que l'on doit porter toute son attention, et en même temps diriger, en grande partie, l'instruction des jeunes gens. Plus nous avançons, plus l'enseignement industriel devient utile, indispensable, plus les questions de mécanique, de chimie, de physique, deviennent intéressantes, et plus aussi les ouvrages spéciaux sur la matière se répandent, se multiplient.

Comme nos lecteurs ont pu s'en convaincre, dans la publication sérieuse que nous avons entreprise, nous nous attachons constamment à donner les instruments, les machines qui paraissent présenter le plus d'intérêt, qui sont le plus perfectionnés, et qui surtout donnent les meilleurs résultats. Nous cherchons en même temps à faire connaître l'histoire de ceux ou de celles qui ont été proposés ou mis en usage antérieurement, afin de se rendre bien compte des modifications ou des améliorations successives qui ont eu lieu, quelquefois à des époques très-distantes. Cette histoire n'est pas toujours facile à écrire, à cause des recherches qu'elle exige, des

documents qu'on ne peut pas se procurer comme on le désirerait. Ainsi, pour commencer le sixième volume, voulant traiter des chemins de fer atmosphériques et à air comprimé, comme plusieurs personnes nous en ont exprimé le désir, nous avons dû, dans l'intérêt de la vérité et du sujet même, prendre des renseignements partout, en France et à l'étranger, soit dans les brevets, soit dans les brochures, soit auprès des inventeurs eux-mêmes; on pourra se faire une idée de l'importance de ces recherches, en sachant que dans notre pays seulement, et en quelques années, il a été pris près de 70 brevets, que nous avons dû voir, examiner avec détails, afin d'en rendre un compte exact autant que possible. On comprend alors que pour atteindre notre but, ne pouvant pas obtenir toutes les notes, tous les documens dont nous avons besoin, dans un temps limité, il nous est impossible, malgré toute notre bonne volonté, de faire paraître nos livraisons à des époques fixes, déterminées, tout en préparant nos matériaux longtemps à l'avance.

Tenant avant tout à justifier la confiance dont on nous a cru digne, nous cherchons à conserver à notre Recueil le caractère de sévérité et de rigorisme que nous nous efforçons de lui donner; nous faisons pour cela tous les sacrifices nécessaires, soit pour la bonne exécution des planches, soit pour l'exactitude du texte. Pour varier et multiplier les matériaux, nous sommes nécessairement obligé de consacrer moins de détails dans certains cas, à chaque appareil, à chaque outil, que dans les premiers volumes auxquels nous renvoyons quelquefois; mais le texte y supplée en grande partie, les dimensions principales, les cotes que nous avons le soin d'indiquer aident beancoup, le dessin et les chiffres, les règles, les tables, simplifient les calculs, et font souvent mieux comprendre que des formules compliquées, que des raisonnements trop longs et parfois fastidieux. Nous parlons, d'ailleurs, à des industriels, à des constructeurs, à des fabricants, à des ingénieurs, à toutes personnes enfin qui comprennent la langue désormais universelle du dessin des machines, et qu'il faut intéresser par le choix et la variété des matières.

Nous avons encore plusieurs sujets fort importants à traiter, comme ceux qui sont relatifs aux usines à fer, aux filatures, aux chemins de fer; nous espérons que pour les appareils que nous allons publier, le 6e volume ne paraîtra pas au-dessous de ceux qui l'ont précédé; il suffira, à cet effet, du reste, de jeter les yeux sur la nomenclature suivante: machines à vapeur horizontales, laminoirs, cisailles, broyeurs, bancs à tirer, tubes, moteurs, soupapes et pompes des chemins atmosphériques, marteaux et squeezers à vapeur, locomotives, wagons, machines à détente (système de Cornouailles), dragues à vapeur, bancs à broches, peigneuses mécaniques, métiers de filature, appareils de blanchisserie, roues à tympan, turbines, machines soufflantes, dispositions générales d'usines à fer, de fabriques de sucre, d'ateliers de construction, de moulins à blé, nouveaux systèmes de chaudières, machines à clous, à briques, à sculpter, télégraphie électrique, machine à placage continu, etc., etc.

MACHINES A VAPEUR

A CYLINDRE HORIZONTAL.

MACHINE DE 20 CHEVAUX,

Par **M. HALLETTE**, Constructeur à Arras;

MACHINE DE 80 A 100 CHEVAUX,

Par **M. KRAFFT**, Ingénieur à Besançon.

(PLANCHE 1.)

Pendant longtemps bien des personnes ont pensé que la disposition de machines à cylindre horizontal ne pouvait être applicable à l'industrie, on prétendait que par cela même que l'action résultant du poids propre du piston avait presque entièrement lieu dans la partie inférieure du cylindre, il devait user celui-ci beaucoup plus en cette partie qu'ailleurs, et par conséquent l'ovaliser. On ne comprenait pas que la garniture du piston, faite pour que son adhérence avec la paroi du cylindre ne permît pas de fuite, devait être plus grande généralement que son propre poids, et que par conséquent celui-ci doit peu influer sur l'usure (1). Cependant on avait des

(1) En effet, supposons un cylindre de 0^{m} 40 de diamètre intérieur, et un piston de 0^{m} 08 d'épaisseur, pesant au plus 60 kil., la circonférence de ce piston est égale à

$$0.40 \times 3.14 = 1^{m} 256,$$

et sa surface en contact avec la paroi intérieure du cylindre est

$$= 1,256 \times 0.08 = 0^{m.q.} 10048 \quad \text{ou} \quad 1005 \text{ cent. quarrés.}$$

Admettons que le poids de ce piston ait lieu sur 1/5 seulement de la circonférence du cylindre, c'est-à-dire sur

$$\frac{1.256}{5} = 0^{m} 251,$$

il se répartit, par conséquent, sur une surface de

$$\frac{1005}{5} = 0^{m} 251 \times 0,08 = 200 \text{ cent. quarrés.}$$

c'est-à-dire qu'il exerce une pression de

$$60 \div 200 = 0^{k} 30 \text{ par cent. quarré,}$$

soit un peu plus de 1/4 de kilog., qui tend à user le cylindre vers le bas. Or, lorsque la vapeur arrive dans le cylindre à une pression de 4 atmosphères, on sait que d'un côté du piston il y a au moins une

exemples qui pouvaient prouver que cet inconvénient ne se présentait pas, au moins d'une manière sensible, en pratique. Ainsi, depuis plus de 25 ans, les meilleures locomotives sont généralement construites avec les cylindres horizontaux ou légèrement inclinés ; il y a 18 à 20 ans que M. Taylor a monté de petites machines avec le cylindre horizontal, et près de 15 ans que M. Carilion en a établi avec le cylindre incliné. Vers 1833, MM. Schneider, du Creuzot, ne craignirent pas de proposer pour les mines des machines horizontales, d'une exécution très-simple, très-solide, qui se répandirent bientôt en grand nombre par la facilité qu'elles présentent dans la manœuvre.

MM. Thomas et Laurens, à qui l'on doit des perfectionnements notables, soit dans les machines à vapeur, soit dans les appareils appliqués aux usines à fer, proposèrent aussi, des premiers, des machines horizontales, pour les forges, en attaquant directement les axes des cylindres de laminoirs ou des autres outils à mouvoir, afin d'éviter cette lourde et dispendieuse communication de mouvement que l'on avait antérieurement. Bientôt ils multiplièrent leurs applications, et firent marcher de même les machines soufflantes en plaçant aussi les cylindres à air horizontalement.

Après ces diverses applications, on comprit généralement que la disposition du cylindre horizontal n'était pas plus vicieuse que celle du cylindre vertical, que l'usure n'était pas plus considérable dans un cas que dans l'autre, que par le premier système on avait l'avantage de simplifier la construction de la machine, du moins dans les principales applications, et que l'on était surtout certain d'obtenir une plus grande solidité avec moins de maçonnerie, moins de fondation, pour lui servir d'assise. En effet, la machine à cylindre horizontal occupe peu de hauteur, par conséquent elle est plus attachée au sol ; elle est moins susceptible de vibrer ; formant une masse solidaire avec son assise, elle ne peut trembler. Cette disposition permet, en outre, de réduire l'importance du bâtis, et de mettre toutes les parties de la machine à la portée du mécanicien ou du chauffeur chargé de la conduite, sans être obligé de monter ou de descendre d'un étage à l'autre, comme cela a lieu dans les appareils puissants du système à balancier ou à directrice (1). Le conducteur peut d'un coup d'œil en embrasser tout l'ensemble et les détails.

pression effective de 3 kil. 1 par cent. quarré, qui tend à faire échapper la vapeur par le joint ; il faut donc, pour que les fuites ne puissent avoir lieu, que la garniture du piston exerce contre la paroi du cylindre une pression beaucoup plus considérable que celle qui résulte de son propre poids. Et si l'on veut bien remarquer que, comme le rapport du frottement à la pression est de 0.08, lorsque les pièces flottantes sont bien lubrifiées d'huile ou de saindoux, le frottement résultant du poids n'est pas de 1/2 kil., car

$$60^{k} \times 0.08 = 0^{k}48,$$

on doit facilement en conclure que ce frottement, réparti sur une surface qui n'est pas moins de 200 cent. quarrés, ne peut occasionner une usure sensible sur cette partie, comparativement à celle qui résulte du frottement produit par la pression de la garniture métallique sur toute la circonférence.

(1) Les appareils à balancier de 450 chevaux, construits en 1840, sur le système anglais, n'occupent pas moins dans leurs navires d'une hauteur de 6m 50, ou environ 3 étages.

Dans les bateaux à vapeur, plusieurs constructeurs ont adopté les cylindres horizontaux, ce qui leur permet de placer, comme on le demande aujourd'hui à la marine royale, toutes les pièces des machines de manière à se trouver entièrement au-dessous de la ligne de flottaison. MM. Mazeline frères, du Hâvre, en ont fait une heureuse application à une frégate à vapeur, *la Pomone*, et ils sont arrivés, par de nouvelles dispositions très-ingénieuses, que nous ne tarderons pas à publier, à faire occuper à ces appareils très-peu de place non-seulement en hauteur, mais encore en longueur et en largeur, à tel point qu'ils peuvent aisément les loger à l'extrémité du navire pour commander directement les hélices.

M. Cavé, M. Farcot, M. Hallette, ont également adopté les dispositions de machines à cylindre horizontal, pour des usines en fer, pour des soufleries pour d'autres établissements. Et maintenant on visite avec un bien vif intérêt, les belles et fortes machines que M. Flachat a fait exécuter pour le chemin de fer atmosphérique de Saint-Germain dont nous ferons prochainement connaître la construction et les détails.

DESCRIPTION DE LA MACHINE DE M. HALLETTE,

REPRÉSENTÉE FIG. 1 A 9, PL. 1.

Cette machine, représentée sur la fig. 1re en coupe verticale passant par l'axe du cylindre à vapeur, est établie à Dunkerque pour l'épuisement d'un bassin ; elle est à haute pression sans condensation et de la force nominale de 20 chevaux. On voit que le constructeur a cherché dans ce système à rapprocher autant que possible l'arbre moteur A du cylindre à vapeur B, et à cet effet il a disposé de chaque côté de celui-ci, pour transmettre le mouvement du piston, deux bielles en fer forgé C, qui sont adaptées d'une part à chaque extrémité de la traverse D du piston (fig. 2), et de l'autre aux boutons *a* (fig. 3), attachés comme à des manivelles, à l'un des bras des deux volants parallèles E, placés sur le même arbre. Par cette disposition, la distance du centre de cet arbre au couvercle du cylindre est à peine d'un mètre, quoique le rayon de la manivelle soit de 0m60, et que par conséquent la longueur de la course du piston E, soit de 1m20, et cependant les bielles sont dans une proportion convenable, puisqu'elles sont plus de cinq fois le rayon des manivelles.

Mais si, d'une part, on a l'avantage de rapprocher cette distance, il n'en faut pas moins, d'un autre côté, donner à la machine un emplacement à peu près équivalent à celui qu'elle occupait en conservant les mêmes dimensions, si on mettait la bielle entre l'arbre et le cylindre ; car on comprend que comme il faut toujours des coulisses pour guider la marche rectiligne du piston, celles-ci doivent nécessairement être placées sur le prolongement du cylindre ; de sorte que la longueur comprise entre le centre de l'arbre A et l'extrémité des coulisses G est de près de 4 mètres, et comme cet arbre porte un pignon denté en fonte H qui engrène avec une grande

roue I, également en fonte, cet espace est encore augmenté notablement. Il en résulte qu'en réalité l'étendue entière occupée par la machine et la première transmission de mouvement est de $7^m 50$ en dehors du cadre de charpente, J qui sert d'assise à l'appareil. S'il n'avait pas fallu réduire la vitesse, la roue d'engrenage I aurait pu être évitée, par conséquent l'espace aurait été réduit de $1^m 30$. En résumé, il n'y a pas de différence notable, quant à l'emplacement occupé par une machine horizontale établie, suivant la disposition à bielles extérieures adoptée par M. Hallette, et celui d'une machine analogue, construite dans les mêmes conditions, mais avec bielle intérieure placée entre le cylindre et l'arbre moteur; mais il peut y avoir économie sous le rapport de la construction du bâtis, qui est réellement plus simple; il est vrai qu'elle est diminuée par l'augmentation des bielles et de la traverse du piston.

Les deux volants E étant symétriques, et l'engrenage étant dans la même place que l'axe du cylindre, on comprend que l'effort est transmis régulièrement à l'arbre A. Les coulisses G qui servent de guide à la tige du piston, sont établies comme dans les locomotives, pour recevoir les glissières droites rapportées vers les extrémités de la traverse. Elles sont boulonnées à chaque bout sur les semelles de fonte *d*, qui se prolongent latéralement de chaque côté du cylindre, pour porter, d'une part, les paliers de l'arbre A, et, de plus, les paliers de l'arbre L, sur lequel est montée la grande roue dentée. Ces longues semelles de fonte qui relient toutes les parties de la machine et leur servent d'assises, reposent, dans leur longueur, sur les deux longrines en bois J, qu'elles embrassent en partie (fig. 2), et qui ne font qu'un seul corps avec le massif en pierre ou en maçonnerie M, et, au moyen de forts boulons de fondation *e*, qui traversent celle-ci sur la plus grande partie de son épaisseur. Cette assise, qui est évidemment d'une construction fort simple, présente une solidité très-grande, qui est d'autant plus certaine, qu'elle a lieu sur une surface assez étendue, tandis que la machine entière occupe fort peu de hauteur.

Le piston à vapeur est d'une construction ordinaire, à garniture métallique, dans le genre de celle dont nous avons déjà donné des détails dans les volumes précédents. La distribution de vapeur se fait au moyen d'un tiroir horizontal *b* (fig. 1), placé sur le milieu du cylindre même dans une boîte en fonte O boulonnée sur celui-ci; ce tiroir est mis en mouvement par un excentrique circulaire *f*, monté sur l'axe vertical *g* du modérateur à boules, dont la vitesse de rotation est justement égale à celle de l'arbre moteur. La bague qui embrasse cet excentrique est reliée à deux branches horizontales, qui se réunissent en une seule, en forme de fer à cheval, pour s'attacher par le sommet en *i* (fig. 1), à la tige N du tiroir. Par conséquent la distribution se fait exactement comme dans plusieurs des machines que nous avons déjà décrites, soit qu'on donne de l'avance et du recouvrement au tiroir, ce qui est préférable, soit qu'on marche sans avance.

Dans les machines horizontales, construites pour les mines, par MM. Schnei-

der, du Creuzot, la marche du tiroir de distribution a lieu, non par un excentrique, mais par une glissière mobile adaptée sur la bielle même. Les constructeurs ont cherché à profiter du mouvement alternatif et curviligne, décrit par chacun des points de la bielle, pour faire mouvoir la tige du tiroir, au moyen d'une tringle solidaire avec cette glissière d'une part, et pouvant, de l'autre, s'accrocher alternativement à un bouton d'un levier supérieur ou à celui d'un levier inférieur et diamétralement opposé au premier, mais monté sur le même axe transversal, afin de permettre de faire marcher l'appareil indifféremment à droite ou à gauche, en avant ou en arrière, ce qui est très-utile dans les carrières, où l'on puise le charbon, le minerai, l'ardoise, etc.; il importe très-souvent de faire rétrograder la machine instantanément, sans quoi, on aurait à déplorer à chaque instant des malheurs, des accidents plus ou moins graves.

La machine de M. Hallette ne présente pas cet avantage. On ne pourrait, sans l'arrêter préalablement, opérer ce changement brusque de mouvement du tiroir et de l'arbre moteur; il est vrai que le travail qu'elle est destinée à faire ne l'exige pas, par conséquent le constructeur n'a pas eu à s'en occuper. Elle a d'ailleurs un autre avantage qui, généralement, n'existe pas dans les machines de mines, c'est de marcher à détente variable.

Dans les divers appareils à vapeur que nous avons déjà publiés, nous avons fait connaître différents systèmes de détente, applicables soit aux machines fixes, soit aux locomotives, soit encore aux machines de bateaux, mais aucun d'eux n'a d'analogie avec le système adopté dans la machine à cylindre horizontal que nous décrivons. M. Hallette a cherché à y faire l'application de la *soupape à équilibre* S, dite de Cornouailles, qui est très-souvent employée dans les machines d'épuisement ou à élever l'eau (1). Nous verrons que cette application est aujourd'hui faite par divers constructeurs et ingénieurs, qui en ont constaté la simplicité et les avantages.

Ce genre de soupape présente cette particularité qu'elle repose à la fois sur deux siéges parallèles et superposés, dont l'un, celui supérieur, est d'un diamètre plus petit que l'autre (voy. le détail, fig. 4). Elle a, à cet effet, la forme d'une sorte de cloche en bronze, ouverte à ses deux bases opposées qui sont tournées coniques, pour s'asseoir sur le double siége fixe R, qui est aussi en bronze, logé dans l'intérieur de la boîte de fonte Q, dans laquelle la vapeur arrive en venant de la chaudière par la tubulure *k*. Cette disposition de soupape à double siége a l'avantage de diminuer considérablement l'effort nécessaire à vaincre pour l'ouvrir, en ce que la pression de la vapeur, qui tend à la maintenir fermée, n'a pas lieu véritablement sur toute sa section horizontale, mais seulement sur sa surface annulaire; or, si l'on remarque que la partie inférieure ne diffère de la partie supérieure

(1) Nous nous proposons de publier ce système de machines prochainement, avec des détails sur le travail et le service qu'elles rendent là où elles sont appliquées; nous avons eu l'occasion d'en voir fonctionner en Angleterre, et d'obtenir des plans et des documents précis à cet égard. On peut avoir une idée de l'intérêt que présentent ces appareils en sachant qu'ils ne consomment pas plus de 1 kil. à 1 kil. 1/4 par cheval et par heure.

que par les diamètres des deux siéges, on reconnaîtra sans peine que ce n'est qu'en raison de l'aire de ceux-ci que la vapeur tend à tenir la soupape fermée. Ainsi le diamètre de la base supérieure du siége conique le plus petit est de $0^m 100$ (fig. 5), celui de sa base inférieure, qui est de même dimension que le diamètre du siége le plus grand, est de $0^m 118$, et enfin le diamètre de la base inférieure de ce second siége est de $0^m 134$; par conséquent on voit que l'aire de la surface annulaire du siége supérieur, mesurée horizontalement, est égale à

$$(0^m 118 - 0^m 100)^2 \times 0{,}7854 = 109^{c.q} 3 - 78^{c.q} 5 = 30^{c.q} 8.$$

celle du siége inférieur est à très peu près semblable, elle est de

$$(0^m 134 - 0^m 118)^2 \times 0{,}7854 = 140^{c.q} 75 - 109.3 = 31^{c.q} 45.$$

par conséquent la surface totale des deux siéges est de $62^{c.q} 25$.

Or, une soupape conique ordinaire telle que celle représentée fig. 6, et qui, pour être dans les conditions semblables, devrait avoir $0^m 100$ de diamètre à sa plus petite base, et $0^m 118$ à sa plus grande, étant forcément pleine dans toute son étendue, n'aurait pas moins de $109^{c.q} 30$ de surface, sur laquelle la pression de la vapeur agirait, c'est-à-dire une surface presque double de la précédente. Il en résulte que pour soulever celle-ci, il faut dépenser un effort moitié moindre, en admettant qu'on ait à l'élever de la même quantité.

Mais il est évident que lorsqu'une telle soupape à double siége s'ouvre, elle laisse entrer la vapeur aussi bien par sa partie inférieure que par sa partie supérieure, tandis que la soupape ordinaire ne présente qu'une seule ouverture; par conséquent, pour effectuer le même écoulement de vapeur il faut de toute nécessité que cette soupape s'élève d'une quantité double, au moins, de la première. Il s'ensuit donc que dans le cas actuel, la dépense de force nécessaire pour lever la soupape à double siége est à peine le quart de celle qu'il faudrait pour la soupape conique à un seul siége.

Pour des machines puissantes, dans lesquelles il faut de toute nécessité de grands passages à la vapeur, proportionnellement aux dimensions des cylindres, on comprend que la différence est considérablement plus grande, c'est-à-dire que l'effort à dépenser pour soulever des soupapes d'équilibre de diamètres notablement plus grands, augmenterait fort peu, tandis que l'accroissement de pression serait considérable pour une soupape ordinaire. On peut s'en faire une idée plus palpable par les dimensions de l'appareil de 100 chevaux représenté sur les fig. 10 à 12.

Cette soupape d'équilibre est mise en mouvement par le modérateur à force centrifuge M; elle est suspendue à charnière à la tige verticale en fer *m*, qui traverse le stuffingbox de la boîte à vapeur Q, et porte une douille à embase, embrassée par la fourchette qui termine le levier coudé à équerre *n*; la seconde branche de ce levier est engagée entre un ressort

à boudin qui tend constamment à la pousser de gauche à droite, et le bout de la tige horizontale qui porte le galet *o*. Celui-ci presse contre la surface latérale excentrée du manchon conique *p*, qui est ajusté libre sur l'axe vertical *g* du modérateur, de sorte qu'à chaque révolution de cet axe, il est repoussé de droite à gauche, et il agit en même temps sur le levier qui alors soulève la soupape S. Mais elle ne tarde pas à se fermer par l'effet du ressort qui renvoie le levier à droite aussitôt que le galet quitte la partie excentrée du manchon *p*.

Il y a une relation intime entre ce manchon et la bague mobile *q* du modérateur, au moyen de deux petites tringles qui longent de chaque côté de l'axe, de sorte que lorsque cette bague monte par l'écartement des boules, le manchon, entraîné, monte également; et réciproquement, lorsqu'elle descend, le manchon descend aussi : or, si les deux cames ou les deux parties excentrées du manchon étaient également saillantes sur toute la hauteur de celui-ci et de plus parallèles à l'axe, on comprend que quelle que soit la position qu'il occuperait sur l'axe, il ne modifierait en rien le jeu de la soupape, qui serait nécessairement levée, comme nous venons de le dire, à chaque demi-tour, toujours de la même quantité, et fermée dès que le galet n'est plus en contact avec la came. Mais il n'en est pas ainsi, les cames sont disposées en hélices sur la surface extérieure du manchon, fig. 8 et 9, et de plus elles s'éloignent du centre à mesure qu'elles avancent vers la partie supérieure; il en résulte que lorsque le manchon descend, ce qui a lieu par le rapprochement des boules, au moment où la vitesse de la machine se ralentit, les cames agissent plus longtemps sur le galet, et par suite la soupape est plus élevée et tenue ouverte aussi plus longtemps, tandis qu'au contraire lorsque le manchon monte par l'écartement des boules, au moment où la vitesse de la machine augmente, les cames qui ont dans cette partie une moindre saillie, ne font pas autant ouvrir la soupape et la tiennent moins de temps ouverte, l'admission de la vapeur est plus tôt interrompue, et la détente a lieu pendant une plus longue partie de la course.

On conçoit que cette disposition est toute rationnelle; elle est d'autant plus convenable, qu'elle est tout à fait en rapport avec la marche de l'arbre moteur, car elle dépend du modérateur, qui lui-même est commandé par cet arbre au moyen des deux paires de roues d'angle $r\ r'$ et $s\ s'$, dont on voit le détail sur le plan détaché fig. 7. Mais il est évident que pour que le bon effet ait lieu régulièrement, il faut que les branches et les boules du modérateur soient bien calculées pour agir instantanément aux moindres variations de vitesse (1).

La pompe foulante T, qui est destinée à l'alimentation de la chaudière, est mise en mouvement par le plateau à coulisses qui est appliqué à l'extrémité de l'arbre L, de manière à permettre de varier la course du piston à volonté, suivant qu'on veut envoyer plus ou moins d'eau au générateur.

(1) Nous avons donné, dans le tome 1er de ce recueil, une table relative aux dimensions et aux vitesses des régulateurs à force centrifuge ou modérateurs à boules.

Elle est, comme les pompes déjà publiées dans les tomes 1, 2 et 3 de ce Recueil, munie de soupapes ou clapets et de robinets qui sont nécessaires à la communication du réservoir et de la chaudière.

DIMENSIONS PRINCIPALES DE LA MACHINE.

Diamètre du cylindre à vapeur	0m 400.
Rayon des manivelles	0m 600.
Course du piston	1m 200.
Nombre de coups doubles de piston par 1′	25 »
Vitesse de ce piston par 1″	1m 000.
Épaisseur du piston	0m 112.
Diamètre de sa tige	0m 064.
Largeur des orifices d'entrée de vapeur	0m 032.
Longueur de ces orifices	0m 195.
Largeur de l'orifice de sortie	0m 075.
Diamètre du tuyau d'admission de vapeur	0m 085.
Longueur des bielles motrices	3m 340.
Diamètre à leur milieu	0m 092.
Diamètre aux extrémités	0m 060.
Diamètre des boutons des manivelles	0m 075.
Diamètre extérieur des deux volants	2m 920.
Largeur de leur jante	0m 200.
Épaisseur de leur jante	0m 150.
Diamètre de l'arbre qui les porte	0m 200.
Diamètre des tourillons de cet arbre	0m 155.
Longueur de ces tourillons	0m 200.
Diamètre du pignon droit monté sur cet arbre	0m 800.
Vitesse de rotation par 1′	25 »
Largeur de sa denture	0m 160.
Nombre de dents	42 »
Pas des dents	0m 060.
Diamètre de la roue commandée par le pignon	2m 400.
Nombre de révolutions par 1′	8 333.
Vitesse à la circonférence par 1″	1m 043.
Nombre de dents	126 »
Diamètre de l'arbre qui la porte	0m 210.
Diamètre des tourillons de cet arbre	0m 180.
Longueur de ces tourillons	0m 200.
Diamètre des boulons de fondations	0m 035.
Longueur de ces boulons	1m 800.
Diamètre du piston plongeur de la pompe alimentaire	0m 100.
Course moyenne de ce piston	0m 220.
Diamètre des tuyaux d'aspiration et de refoulement	0m 060.

La chaudière qui alimente cette machine est timbrée à 5 atmosphères.

DESCRIPTION DE LA MACHINE DE M. KRAFFT,

REPRÉSENTÉE SUR LES FIG. 10 A 12, PL. 1.

Cette machine est établie aux forges de Mouterhausen (Moselle) qui appartiennent à MM. de Dietrich ; elle a été exécutée à l'atelier de construction de la même maison, à Reichshofen, en 1843, d'après les plans de M. Krafft, alors ingénieur des forges du Bas-Rhin, aujourd'hui ingénieur civil à Besançon ; nous devons à l'obligeance de ce digne ingénieur, la communication des dessins de cet appareil, et des documents qui nous ont servi à en donner la description suivante.

D'une force nominale de 80 chevaux, cette machine peut aisément marcher à 100 chevaux et au delà ; elle est à détente variable, sans condensation comme la précédente ; les chaudières destinées à son alimentation, sont timbrées à 5 atmosphères. Elle fait mouvoir un train de laminoirs à tôles, et un train de laminoirs à rails et leurs dépendances.

A la vitesse normale, le nombre de révolutions de l'arbre moteur de la machine est de 24, celui du train de tôlerie, de 30, et celui du train de rails, de 60 à la minute. Cette vitesse de 24 tours par minute peut paraître considérable au premier abord pour des machines de 80 à 100 chevaux, comparativement à celles des machines de Watt, qui, dans ces fortes dimensions, sont construites généralement pour marcher à des vitesses de 15 à 16 révolutions tout au plus ; mais nous verrons plus loin qu'on arrive maintenant à obtenir sans inconvénient jusqu'à des vitesses de 45 tours pour des machines de grande puissance. La disposition du cylindre horizontal, sans balancier, a permis d'augmenter notablement la marche des pistons et par suite le nombre de révolutions de l'arbre moteur ; c'est à tel point qu'aujourd'hui on ne craint pas de communiquer directement le mouvement aux laminoirs sans aucun intermédiaire d'engrenage ; on fait marcher le piston à vapeur à des vitesses de 2ᵐ à 3ᵐ 50 par seconde, et sa course est déterminée de telle sorte que l'arbre moteur fasse le même nombre de tours que les cylindres des trains. Ce système proposé et mis à exécution, en premier lieu, par MM. Thomas et Laurens, dans différentes usines à fer importantes, a été suivi par plusieurs autres constructeurs, qui en ont reconnu les avantages.

On a bien objecté, avec quelque raison, que cette grande vitesse imprimée aux divers organes de l'appareil moteur était un inconvénient, en ce que l'usure est évidemment plus grande ; mais d'un autre côté on évite toute cette transmission de mouvement lourde et compliquée qu'il fallait nécessairement employer avec des machines à balancier à petite vitesse ; on n'a plus d'engrenages, d'arbres intermédiaires, de volants énormes qui effraient autant par leur masse que par leur rapidité, par conséquent ce sont des frottements, des pertes de force que l'on n'a plus, et d'ailleurs de ce que le moteur est attaché directement à l'appareil à mouvoir, lorsque celui ci ne fonctionne pas, on ne dépense pas de vapeur inutilement. Sans

doute, on ne peut contester cet avantage, mais il faut dire aussi, cependant, que d'un autre côté, cette disposition exige autant de machines, autant de moteurs, qu'il y a d'appareils ou de trains de laminoirs à faire marcher; par conséquent il ne peut y avoir d'économie dans les frais d'établissement.

Sous ce rapport, M. Krafft a préféré la disposition de la machine que nous allons décrire, en mettant un engrenage sur l'arbre moteur, afin qu'elle puisse faire marcher simultanément ou successivement les trains de laminoirs placés de chaque côté. Les principales conditions qu'il a cherché à réaliser sont : l'économie de construction, une grande solidité, et une variabilité de puissance instantanée.

Les deux premières conditions se trouvent parfaitement satisfaites par le système à cylindre horizontal choisi par l'auteur, et tel qu'il est représenté en coupes longitudinale et transversale sur les fig. 10 et 11. En effet, comme nous le disions en commençant, les machines horizontales, comparées à celles construites différemment, sont plus économiques, quant au prix de revient. Elles sont, en outre, plus faciles à consolider, attendu qu'elles sont établies sur une grande étendue de fondations, et que tous les organes mobiles exercent leur action à peu de hauteur au-dessus de ces mêmes fondations.

La troisième condition, celle de la variabilité instantanée de la puissance, est remplie de la manière la plus complète, par l'application de la détente variable, au moyen de la soupape d'équilibre, marchant directement par le régulateur à boules, comme dans la machine précédente. On sait que ce système a été adopté avec beaucoup de succès par plusieurs constructeurs et notamment par la maison J. J. Meyer de Mulhouse, aujourd'hui la société l'Expansion.

Le chauffage des chaudières destinées à la production de la vapeur, devait être opéré par la chaleur perdue des fours à puddler et à réchauffer (1). Cette circonstance, jointe à la dépense très-intermittente de la vapeur, provenant d'une marche très-irrégulièrement périodique du travail des laminoirs, imposa à l'auteur l'adoption de chaudières à grande surface et à grande capacité; à grande surface, parce qu'avec la chaleur perdue des fours, un mètre carré de surface de chauffe vaporise beaucoup moins d'eau qu'il n'en vaporiserait en moyenne dans le cas d'un chauffage direct; à grande capacité, d'abord, parce que les variations de pression se font moins sentir depuis le commencement jusqu'à la fin du passage d'une fournée aux laminoirs, ensuite, parce que pendant la stagnation de la machine, les chaudières emmagasinent une grande quantité de calorique, avant d'arriver au point où la pression devient assez forte pour soulever les soupapes, car après ce moment tout le calorique transmis à la chaudière est employé en pure perte à la vaporisation.

(1) Nous avons publié, dans le tome II, des dispositions de chaudières à vapeur ainsi chauffées par la chaleur perdue des fours et hauts-fourneaux.

Nous sommes convaincu que bien des erreurs seraient évitées dans les usines, si on avait toujours soin de s'attacher à ces deux principes : dans presque tous les chauffages à chaleur perdue, alimentant des machines à marche intermittente, les chaudières pèchent, soit par défaut de surface, soit par défaut de capacité. Ces fautes arrivent encore, malheureusement, aux chaudières à feu direct. On ne saurait donc trop engager les constructeurs à les éviter.

Admission de la vapeur. — La vapeur arrive de différents points de l'usine et se réunit dans une boîte en fonte A, fig. 10, qui est placée au-dessus du tuyau adducteur principal B. Ce tuyau, qui est également en fonte, porte à sa partie inférieure une poche *a*, munie d'un robinet destiné à l'évacuation d'une grande partie de l'eau qui s'est condensée dans la boîte et dans une partie des conduites. De là elle passe dans la boîte cylindrique et verticale C, qui renferme la soupape de détente D qui est représentée en détail (fig. 12). Après avoir traversé cette soupape, elle pénètre dans la chambre du tiroir de distribution E.

Sur le tuyau d'admission est rapportée une soupape à gorge *b*, appelée aussi papillon, mobile à la main, et qui sert à donner ou à couper la vapeur lorsqu'il s'agit de faire marcher ou d'arrêter la machine.

Distribution de la vapeur. — Le tiroir de distribution E est en bronze, exécuté avec recouvrement et avance. Cette dernière est réglée de manière que l'admission commence à avoir lieu dès que la manivelle de la machine ne se trouve plus qu'à 15 degrés sexagésimaux du point mort, ce qui correspond à peu près à 1/10 de seconde avant le changement de direction du piston. Le recouvrement, vu l'existence d'une soupape de détente, est de peu d'importance et ne constitue qu'un moyen de sûreté, en cas de fuite par cette soupape.

Le mouvement du tiroir est opéré par un excentrique circulaire F, placé sur l'arbre du volant; cet excentrique est embrassé par une bague en deux pièces, à laquelle est attaché le tirant en fer G, construit comme dans la machine à vapeur, à balancier, de 40 chevaux, que nous avons donnée avec détails dans le tome 1er de ce recueil. Terminé par une poignée, ce tirant s'agrafe au bouton du levier *c* dont l'axe porte à son milieu un autre levier *d* auquel est assemblée, par l'articulation *r*, la tige *t*, du tiroir E.

La longueur totale de la course de ce tiroir est de $0^{m}176$. Les conduits de distribution ou ports ont $68/260^{m}$ ou une surface de $0^{m.q.}0177$, ce qui revient, comme nous le verrons plus tard, à 1/30 de la surface du piston (1). Le départ de la vapeur a lieu par deux tuyaux H de $0^{m}14$ de diamètre, placés des deux côtés du cylindre et se réunissant en un seul I, d'un diamètre de $0^{m}20$.

Cylindre a vapeur. — Le cylindre à vapeur J de cette machine a un diamètre de $0^{m}862$; sa longueur totale est de $2^{m}34$. La distance entre les deux fonds est de 2,198. La course du piston est de $2^{m}00$, son épaisseur de

(1) Voy. les notes que nous avons données au sujet des dimensions des conduites et des orifices de vapeur dans les descriptions des machines publiées tomes I, II et III.

0,173. L'espace qui reste à la fin de la course entre les piston et chacun des deux fonds est de 0m 0112.

Le piston à vapeur K a une double garniture en fonte ; chaque garniture est formée par un seul anneau en fonte tourné à un diamètre de 0m 868 et auquel, pour pouvoir le faire entrer dans le cylindre, on pratique préalablement une échancrure. L'anneau, ainsi ouvert, se serre de force jusqu'à ce qu'il ait acquis le diamètre nécessaire pour entrer dans le cylindre, sur toute la circonférence duquel il fait ressort.

La tige L de ce piston est en fer corroyé. Son diamètre est de 0,120, soit 1/7 du diamètre du cylindre (1).

Communication du mouvement. — La communication du mouvement entre le piston et la manivelle de l'arbre du volant a lieu au moyen d'une bielle en fer forgé M, ayant de centre en centre 4m 00 de longueur; son diamètre varie depuis 0m 13 jusqu'à 0m 16. Les deux lumières de la bielle, garnies en coussinets de bronze, sont alésées chacune à 0m 15. Elles embrassent, l'une le bouton de la manivelle N, l'autre la cheville en fer forgé O, vers les extrémités de laquelle sont les grands galets P qui roulent dans les coulisses en fonte Q destinées à diriger le mouvement rectiligne et horizontal de la tige du piston.

Le diamètre de la cheville mentionnée décroît du centre aux fusées de 0m 15 à 0m 11 ; les fusées, qui reçoivent les lumières des galets, sont tournées à 0m 095. Les galets en fonte sont garnis de boîtes en bronze. Ils ont 0m 50 de diamètre. La tige du piston et la cheville des galets sont réunis au moyen d'une chape en fer forgé, fixée à clavette sur la tête de la tige.

Consolidation de la machine. — Le cylindre à vapeur est placé entre deux châssis de fonte latéraux, et qui sont eux-mêmes boulonnés avec les deux autres châssis Q formant les coulisses directrices des galets. Un cinquième châssis Q' se trouve du côté de la manivelle ; il porte le support de l'arbre moteur R et sert à établir une distance invariable entre le cylindre et la manivelle. Ces châssis sont assis et fortement boulonnés sur un grand massif en maçonnerie qui compose toute la fondation de l'appareil.

Détente variable. — La détente variable est opérée par un manchon excentrique *p* portant une seule came héliçoïde, ayant un mouvement dans le sens vertical par l'effet de l'ouverture et de la fermeture du régulateur à boules S. La came est placée de manière à toujours opérer la levée de la soupape, un instant avant l'ouverture du tiroir de distribution E, quelle que soit l'ouverture du régulateur. La fermeture, au contraire, a lieu à des instants variables entre 1/8 et les 7/8 de la course, selon que le régulateur se trouve dans la position de plus grande ouverture, de plus grande fermeture, ou dans toute autre position intermédiaire. On comprend que, avec une si grande variation dans la détente et avec la grande sensibilité dont jouissent, en général, les régulateurs à boules, il soit possible d'ob-

(1) Voy. la table et les règles relatives aux dimensions des tiges et autres pièces de la machine à vapeur, tome I de ce recueil.

tenir, en moins de deux secondes, une puissance variable entre 40 chevaux et 100 chevaux.

Or, c'est cette extrême variabilité de puissance, combinée avec la variabilité peu sensible de vitesse, qui fait le mérite du choix que M. Krafft a su faire du système de détente employé. Aussi la machine de Monterhausen développe-t-elle, dans un instant, l'énorme puissance nécessaire pour laminer des feuilles de tôle de plus d'un mètre de largeur sur plusieurs mètres de longueur, tandis que dans l'instant après elle marche à vide, sans accélération bien sensible de vitesse. La détente variable, par le régulateur, a encore un autre avantage, c'est celui de s'opposer à des changements trop sensibles de vitesse lorsque, par suite du passage de tout une une fournée de *blocs*, la pression dans les chaudières descend notablement.

La soupape de détente (fig. 12), appliquée par l'auteur, est semblable à celle décrite plus haut; c'est aussi une soupape de Cornouailles (*Cornish valve*), dont l'invention est due à Hornblower(1). Elle a, comme nous l'avons dit, deux avantages très-signalés : 1° celui de n'offrir qu'une très-faible résistance au soulèvement, attendu que la pression de la vapeur ne s'effectue que sur une surface annulaire; 2° celui d'offrir avec une course très-petite une aire de passage assez notable à la vapeur, attendu que ce passage s'effectue à la fois par la partie supérieure et par la partie inférieure de la cloche mobile D, qui repose sur le double siége fixe *m* percé à jours.

La tige qui porte cette cloche passe dans une boîte à étoupe; elle est munie à sa partie supérieure d'un petit piston, ajusté dans un petit corps cylindrique *n* qui renferme un ressort à boudin (ce dernier a pour objet de tendre constamment à appliquer la soupape sur son siége), et reçoit son mouvement par l'équerre *x*, et la tringle *y* communiquant avec l'arbre à came.

L'axe du régulateur à boules est mis en mouvement par une transmission à engrenages de manière à faire exactement deux fois autant de révolutions que l'arbre du volant, c'est-à-dire 48 par minute pour la marche normale. Le mouvement de l'arbre moteur est transmis à la première roue dentée *r*; il est obtenu par une manivelle en fer forgé *s*, placée en face de la manivelle principale N, au bouton de laquelle elle est assemblée par une chape; l'axe de cette roue, prolongé en avant et porté par un palier à colonnes *t*, communique par le pignon de la roue *r*, à l'axe latéral *u*, lequel est à son tour mis également en communication par une seconde paire de roues d'angle avec un arbre vertical *v*, parallèle à celui du modérateur, et auquel il transmet son mouvement par des roues droites *x*.

Les mouvements de la soupape de détente et du tiroir de distribution sont arrangés de manière à pouvoir être instantanément rendus indépen-

(1) Voy. *Traité des machines à vapeur*, par Th. Tredgold, traduit de l'anglais par Mellet. Paris, 1838, page 364. En publiant les machines du Cornouailles, nous reviendrons avec détail sur la construction de cette soupape, et nous parlerons de la *valve pump* de MM. Harvey et West appliquée dans ces appareils.

dants de la machine pour pouvoir être opérés par la main du machiniste. Cette disposition est fort utile dans les grandes machines, surtout lorsque le mouvement est souvent interrompu; car, quand la machine s'arrête près du point mort, il faut quelquefois la faire marcher en sens inverse de son mouvement habituel pour la faire partir.

Les pompes alimentaires de cette machine, au nombre de deux, sont placées latéralement et de chaque côté du cylindre à vapeur en T (fig. 11); leurs pistons plongeurs ont 58 millimètres de diamètre et la même course que le piston de la machine; ils sont en fer forgé, et capables de fournir chacun par minute 127 litres d'eau. L'auteur n'a reconnu aucun inconvénient à placer ainsi ces pompes horizontalement, comme dans les machines du Creuzot, et à les faire marcher à la même vitesse que les pistons à vapeur. L'eau d'alimentation, expulsée par les pistons, se rend dans un récipient d'air placé sur la partie postérieure U du cylindre, d'où elle est dirigée dans un autre récipient auquel aboutissent les différents tuyaux d'alimentation allant aux chaudières. Le récipient d'air a pour but de régulariser le mouvement de l'eau dans les conduites, dont quelques-unes sont très-longues.

Volant et engrenage moteur. — Le volant V de cette machine a un poids total de 25,000 kilog.; son diamètre extérieur est de 7m244. Il a par conséquent une vitesse normale à la jante de 9m 10 par seconde. Les bras du volant, qui sont ajustés au burin et à la lime, tant avec la jante qu'avec la rosette formant moyeu, portent, en même temps, la première roue d'engrenage X. L'arbre du volant porte aux tourillons 0m 32 de diamètre, et en son milieu, où il a une section octogonale, il porte 0m 38. La rosette du volant est calée sur l'arbre par quatre grandes cales en fer forgé de 0m04/0m10 chassées à grands coups de masse dans leurs logements, soigneusement ajustés. Des trous de 0m41/0m40, alternant sur deux rangs, sont placés sur toute la surface extérieure du volant pour rendre ce dernier maniable au moyen de leviers en fer. On voit en V′ la forme de la section donnée à la jante du volant. La grande roue dentée X, placée sur les bras du volant, engrène avec deux autres qui commandent chacun un train de laminoirs, suivant les vitesses indiquées plus haut. Cette roue n'a pas moins de 5m 40 de diamètre primitif, et 0m 315 de largeur de denture; elle est fondue par segments assemblés à tenons avec les bras, comme l'indique la fig. 10.

MACHINE A FABRIQUER LE MORTIER,

ÉTABLIE

A LA DIRECTION DES CONSTRUCTIONS HYDRAULIQUES DU PORT DE CHERBOURG,

Par **M. CAVÉ**, Constructeur à Paris.

(PLANCHE 2.)

La fabrication du mortier, lorsqu'il doit être employé en grande quantité dans les constructions, doit être faite mécaniquement, si, d'une part, on veut arriver à opérer d'une manière économique, et si, d'un autre côté, on veut satisfaire aux besoins de chaque jour.

Lorsqu'on ne doit employer que de faibles quantités, comme cela a lieu dans des constructions particulières, les frais d'établissement de machines pourraient ne pas être couverts, on opère généralement le mélange et la trituration des matières qui servent à la composition du mortier, au moyen d'espèces de *rabots* de bois, à partie plane et tranchante, attachés à un long manche et manœuvrés par des hommes de peine. Ils n'ont qu'à pousser leur rabot en avant, tout en appuyant sur la partie plate de l'instrument, et à le ramener vers eux, mais en appuyant alors sur le tranchant. C'est donc réellement un mouvement alternatif qu'ils impriment à cet outil, pour écraser et mélanger les matières qu'ils soumettent à leur action.

Dans les grands travaux, comme ceux qui sont nécessaires pour la construction des ponts, des aqueducs, des tunnels, ou d'autres monuments importants, il faut nécessairement des moyens d'exécution très-actifs, très-puissants. L'appareil qui est assez généralement employé, comme étant facilement transportable, et susceptible de se placer dans toutes les localités, est le manége à roues qui consiste simplement en une grande auge circulaire, de peu de profondeur, formée sur le sol même, et dans laquelle se promènent deux roues parallèles, exactement comme deux roues de voiture montées sur leur essieu, et traversées par un axe horizontal qui se prolonge de chaque côté, afin d'y atteler, comme à un manége, un ou deux chevaux, qui marchent constamment au pas et dans le même sens.

Des rateaux en fer, attachés au même axe et tout proche des roues, qu'ils suivent dans leur marche circulaire, remuent sans cesse le mortier, en le faisant tomber des bords de l'auge vers le fond, afin qu'il se présente constamment à l'action des roues qui passent sur lui, et qui l'écrasent. Lorsqu'on trouve que le mélange est arrivé à un degré suffisant, on ouvre une sorte de trappe placée au fond de l'auge, pour que le mortier, poussé par une râcle que le manége continue à faire marcher, puisse tomber en tas au dessous, et de là être aisément pris et transporté sur les travaux.

Dans de certains ports, comme à Toulon, à Brest, près des bagnes, les ingénieurs pouvant disposer d'un grand nombre d'ouvriers, généralement peu payés, on fait usage d'un tonneau mobile autour d'un axe horizontal (1) : des planchettes sont rapportées à la circonférence de ce tonneau, et dirigées suivant des rayons, pour former des espèces de marches sur lesquelles les hommes montent constamment, pour faire tourner l'appareil par leur propre poids : celui-ci est garni à l'intérieur d'une grande quantité de chevilles qui divisent et mélangent les substances. Une trémie disposée à la tête du tonneau, y verse le sable et la chaux, qui sortent suffisamment broyés et mélangés, à l'autre bout.

On a quelquefois employé, pour la fabrication du mortier, mais sans beaucoup de succès, une machine à cônes, analogue en principe à celle qui existe encore chez des fabricants de chocolat (2).

Elle se compose de deux troncs de cônes en bois creux, remplis de pierres, roulant sur une plate-forme circulaire, et suivis de couteaux et de râcles qui remuent et retournent la matière en la ramenant constamment sous les cônes. Il ne paraît pas que cet appareil ait donné de bons résultats : en tout cas il fait peu de mortier comparativement à la force motrice qu'il exige.

La machine qui paraît être le plus généralement en usage aujourd'hui pour fabriquer le mortier, d'une manière continue et en grande quantité, n'est autre qu'un tonneau fixe conique ou cylindrique, placé verticalement et traversé à son centre par un axe également vertical mobile, armé de bras et de dents disposés pour broyer et mélanger les substances au fur et à mesure qu'ils tournent dans la masse. M. Royer, architecte, s'est fait breveter pour un appareil de ce genre : à la partie inférieure de l'arbre, au-dessus des bras dentés, il rapporte une pièce de fonte, qui broie les matières sur le fond du tonneau, lequel est percé d'un grand nombre d'ouvertures par lesquelles elles trouvent leur issue, mais ces ouvertures étroites et courbes, sont susceptibles de s'engorger.

(1) M. Gentilhomme a établi, pour la fabrication des poteries, un cylindre tournant à axe légèrement incliné et armé de lames en fer, pour opérer le mélange et la trituration ; nous croyons que cet appareil pourrait être appliqué avec quelque succès, dans plusieurs localités, à la fabrication du mortier.

(2) Ces machines, également à cônes, font [illegible] peu de produits comparativement aux machines à cylindres que nous avons publiées au commencement du tome II, et qui sont généralement préférées aujourd'hui.

En publiant la machine à briques de M. Carville, dans le 2e vol. de ce recueil, nous avons donné le dessin et la description de son tonneau broyeur, qui exclusivement appliqué au broyage des terres propres à la composition des briques, tuiles ou carreaux, est également applicable à la fabrication du mortier, dont le travail est tout à fait identique. L'inventeur y a apporté depuis une modification assez importante, et qui consiste à former le fond du tonneau d'une grille composée de barreaux en fer, dont on peut varier l'écartement à volonté. M. Carville a livré un grand nombre de ses machines, et M. Cavé les moteurs à vapeur et autres appareils pour le gigantesque travail relatif au barrage du Nil, en Égypte, travail qui est exécuté avec une grande activité et beaucoup d'intelligence, sous la direction d'un habile ingénieur français, M. Mougel.

Les machines à mortier établies à la direction maritime de Cherbourg, par M. Cavé, sont aussi des cylindres ou des tonneaux à axe vertical, mais complétement fermés dans le fond ; le mortier suffisamment broyé, trouve issue à la fois par quatre ouvertures, que l'on règle et que l'on ferme à volonté, au moyen de quatre portes ou registres en métal à coulisses, qui sont adaptés vers la partie inférieure du broyeur, et diamétralement opposés pour rendre l'écoulement plus rapide et plus régulier. Avec une seule ouverture, le sable et la chaux s'accumulent dans la partie du tonneau opposée à la porte, et ne trouvant pas d'issue, ils s'y compriment fortement, au point qu'ils peuvent arrêter la marche de l'arbre et de ses bras dentés.

L'un de ces appareils est représenté en coupe verticale, fig. 1re pl. 2e, et en section horizontale, fig. 2. On voit qu'il se compose d'un grand cylindre en tôle A, qui n'a pas moins de 1m50 de hauteur ; il repose sur un disque circulaire B, en fonte, qui lui sert de fond, et qui est solidement assis sur un massif octogonal en maçonnerie. Au centre de ce disque est une crapaudine *a*, qui renferme un grain d'acier, pour recevoir le pivot de l'arbre vertical en fer forgé C, auquel on imprime un mouvement de rotation continu.

Le cylindre n'est pas d'une seule pièce comme le montre le plan fig. 2e; il est formé de quatre feuilles ou plaques de tôle forte, rivées à des cornières en fer *b*, qui sont elles-mêmes appliquées et boulonnées sur quatre montants de fonte A', terminées à leur partie supérieure, comme à leur partie inférieure, par des pattes à équerre, qui servent d'une part à les assujétir sur le fond B, et de l'autre à les réunir par un cercle de fonte D, afin de rendre le tout entièrement solidaire. Cette construction est évidemment plus dispendieuse que celle d'un tonneau composé de douves épaisses en chêne et cerclé en fer, mais aussi elle présente beaucoup de chances, de solidité et de durée.

A l'intérieur du cylindre, sont rapportés trois croisillons à quatre branches E, qui sont percés au centre pour le passage libre de l'arbre, et coudés à l'extrémité des bras, pour se fixer par des boulons à écrous extérieurs aux montants verticaux du tambour; par conséquent sont entièrement

immobiles. L'arbre C, est aussi armé de quatre croisillons semblables F, disposés au-dessus et au-dessous des premiers, mais sans être coudés aux branches. Tous ces croisillons sont munis à chaque branche d'une suite de dents ou broches en fer *c* et *d*, dont la section présente la forme de losange ayant la plus grande diagonale dirigée suivant les circonférences concentriques, et la plus petite suivant des rayons concourant au même centre. Les dents *c* qui appartiennent aux premiers croisillons E, sont placées dans des lignes verticales qui correspondent au milieu des intervalles existant entre celles des seconds F, de manière que celles-ci puissent aisément passer entre les premières, lorsque l'arbre qui les porte est mis en activité. Des rondelles de fonte *r*, solidaires avec les croisillons, maintiennent constamment leur écartement et évitent des frottements trop considérables. Il résulte de cette disposition, que le sable et la chaux qui arrivent à la fois dans la partie supérieure du tonneau, sont nécessairement pris et triturés par cette forêt de broches, qui les mélangent en les broyant, et les conduisent successivement, mais avec une grande lenteur, jusque vers la partie inférieure. Pour que la trituration et le mélange se fassent avec toute la régularité, avec toute l'homogénéité désirables, on comprend qu'il faut, d'une part, opérer sur de petites quantités à la fois, et d'un autre côté, marcher avec très-peu de vitesse, afin de laisser les matières séjourner un certain temps dans l'intérieur de l'appareil.

On conçoit aussi que des broyeurs d'une aussi grande dimension, doivent essentiellement être mis en mouvement par un moteur puissant; le constructeur a établi, à cet effet, à l'atelier de Cherbourg, des machines à vapeur qui en font fonctionner plusieurs en même temps. Leur mouvement est communiqué à des arbres de couche semblables à celui G, fig. 1re, qui se trouve directement au-dessus du cylindre, et qui porte un pignon d'angle à frein H, de $0^m 40$ de diamètre seulement, lequel engrène avec une roue d'angle I, beaucoup plus grande, de $1^m 425$, à dents de bois, montée sur le sommet de l'arbre vertical C; le rapport entre ces deux engrenages, est de 1 à 3,56; par conséquent, comme la vitesse moyenne de l'arbre C, n'est que de 7 tours par 1′, l'arbre de couche G, est de

$$3{,}56 \times 7 = 25{,}92$$

Soit 26 tours par minute.

D'après cette vitesse, on peut aisément se rendre compte de la marche des dents ou des broches, qui opèrent le mélange et la trituration de la matière; remarquons que celles qui se trouvent le plus proche du centre, sont à $0^m 250$, et par conséquent décrivent des circonférences de

$$0{,}25 \times 2 \times 3{,}14 = 1^m 570$$

Les plus éloignées sont à $0^m 790$ du même centre, et décrivent des circonférences de

$$0{,}79 \times 2 \times 3{,}14 = 4^m 960$$

Et celles intermédiaires ayant respectivement des rayons de $0^{m}385$, $0^{m}520$ et $0^{m}655$, décrivent des circonférences de $2^{m}418$, $3^{m}206$, $4^{m}113$.

En faisant 7 tours par minute, chaque série de dents mobiles, appartenant à ces différents rayons, marche à des vitesses respectives de

$$\left.\begin{array}{l} 1{,}570 \times 7 = 10^{m}990 \\ 2{,}418 \times 7 = 16.926 \\ 3{,}266 \times 7 = 22.862 \\ 4{,}113 \times 7 = 28{,}791 \\ 4{,}960 \times 7 = 34{,}720 \end{array}\right\} = \frac{114{,}289}{5}$$

, soit en moyenne à la vitesse de $22^{m}858$ par minute, ou plus d'un tiers de mètre par seconde.

Or, les broches sont au nombre de 20 par croisillon, ou de 80 pour les quatre, par conséquent les matières sont attaquées $80 \times 7 = 560$ fois par minute, et entraînées avec la vitesse moyenne de près de 2/5 de mètre par seconde.

Pour que les parties de la machine susceptibles de fatiguer ne puissent se briser par la rencontre de pierres ou d'autres obstacles résistants, ou parce que les substances deviendraient trop compactes, le pignon de commande H a été fait en deux pièces pour former frein ; c'est-à-dire que la portion dentée à la circonférence, au lieu d'être entièrement solidaire avec le moyeu, est ajustée sur celui-ci à frottement, et retenue par une rondelle et deux boulons *e*, que l'on serre, non pas trop fortement, mais seulement à un degré convenable, pour que le moyeu l'entraîne, tant que la résistance n'est pas trop forte ; mais dès qu'un obstacle se présente, que l'effort devient trop considérable, la jante dentée glisse sur le pourtour du moyeu, et par conséquent celui-ci tourne seul avec l'arbre de couche sur lequel il est monté ; l'appareil s'arrête donc, et on peut aussitôt le dégorger ou enlever l'objet qui faisait résistance.

Cette disposition d'engrenage à frein, appliqué ainsi dans des machines susceptibles d'éprouver des résistances très-variables, comme cela a lieu dans l'appareil qui nous occupe, mérite d'être mentionnée, en ce qu'elle peut éviter des accidents qui, dans de certains cas, peuvent devenir très-graves. Dans des machines à briques, comme celles que nous avons publiées tome II, une telle application serait certainement appréciée.

Le tonneau broyeur est alimenté de sable d'une manière régulière par un élévateur placé près de lui, et descendant jusques au-dessous du sol pour puiser dans un grand réservoir inférieur; cet élévateur est composé d'une double chaîne sans fin K, réunie par des goujons, et dont les maillons sont très-longs, comme dans les dragues destinées au creusement des fleuves ou des rivières. Ces chaînes portent des pots ou godets en tôle L suffisamment espacés, qui se chargent au fur et à mesure qu'ils arrivent à leur partie inférieure, pour se décharger successsivement lorsqu'ils parviennent vers le sommet de l'appareil, en basculant par le mouvement même des maillons autour des tambours à jour M. Ceux-ci sont d'une

construction fort simple et en même temps très-solide ; ils sont formés chacun de deux disques parallèles en fonte, traversés à leur centre par un axe en fer forgé *f*, et réunis par quatre goujons ou tiges quarrées *i*, filetés à chaque bout, et placés à égale distance vers la circonférence des disques. L'axe du tambour inférieur est seulement porté sur deux coussinets simples *g* scellés dans la maçonnerie ; celui du tambour supérieur est reçu dans des coussinets qui sont rapportés sur des supports de fonte, afin d'être élevés à la hauteur convenable : cet axe est prolongé, d'un bout, pour commander un autre élévateur semblable, et, de l'autre, pour porter la grande roue droite N, qui a 1^m 250 de diamètre, et qui engrène avec un petit pignon droit à joues O, monté à l'extrémité de l'arbre de couche G ; ce pignon n'a que 0^m 18 de diamètre ; par conséquent, son rapport avec celui de la roue qu'il commande est de 1 à 7, c'est-à-dire que l'axe du tambour de l'élévateur ne fait que 3 tours 7 par 1', pendant que l'arbre de couche en fait près de 26, ou environ la moitié de l'axe du broyeur.

Les godets sont espacés de 1^m 03, et il en passe 4 sur la circonférence des tambours à chaque révolution : la vitesse moyenne de la chaîne, au centre des articulations des maillons, est d'environ :

$$0{,}37 \times 2 \times 3{,}14 \times 3{,}7 = 8^m\,60.$$

Ainsi, $\dfrac{8{,}60}{1{,}03} = 8{,}35$ godets sont remplis par 1'

Or, la capacité totale de chacun d'eux est de

$$0{,}38 \times 0{,}30 \times 0{,}30 = 0^m\,34$$

Soit 34 décimètres cubes.

En admettant qu'ils soient remplis, moyennement, aux 2/3, ou de 22 décimètres cubes, on trouve que la quantité de sable apportée par la chaîne en 1 minute peut être de

$$22 \times 8{,}35 = 183{,}70, \text{ ou plus de 183 litres.}$$

Soit près de 11 mètres cubes par heure, en marchant continuellement.

Le travail de la trituration et du mélange se fait avec une lenteur telle, que les matières y séjournent environ une demi-heure pour obtenir un bon mortier propre à être employé. Pendant que le sable élevé par la chaîne à godets se déverse sur l'auge inclinée P, qui le projette dans la partie supérieure du tonneau, deux hommes sont occupés, l'un à y jeter de la chaux, l'autre à y injecter de l'eau, au moyen d'un tuyau Q, muni d'un robinet et communiquant à un réservoir.

Quand ces matières sont suffisamment malaxées, on ouvre les quatre portes en tôle à coulisses R (fig. 2), en les relevant au moyen de petits pignons et de crémaillères attachées à leur partie supérieure ; le mortier

sort ainsi par quatre larges ouvertures à la fois, de sorte qu'il n'offre pas de résistance inégale, et la vidange s'effectue très-rapidement; il est chargé, en tombant au-dessous de l'appareil, dans de petites voitures ou tombereaux demi-circulaires à bascule, pour être transporté là où il est nécessaire.

TRAVAIL ET PRIX DE REVIENT DU MORTIER, PAR CET APPAREIL.

On estime que chaque tonneau à broyer, employé à Cherbourg, produit en moyenne 8 mètres cubes de mortier par heure, ou 96 mètres par journée de 12 heures, avec une puissance de 3 ch. 1/2 de vapeur. Les moteurs qui, si nous nous en rappelons bien, sont de la force de 10 à 12 chevaux, font marcher, comme nous l'avons dit, plusieurs broyeurs semblables et autres accessoires.

Or, en admettant que la dépense de combustible, pour alimenter cette force de 3 ch. 1/2, soit de 210 kilog. par jour, à raison de 5 kilog. par cheval et par heure, le prix de la houille étant moyennement à 3 fr. 50 les 100 kilog., les frais de charbon sont pour 96 mètres de mortier, de $3{,}50 \times 2{,}10 =$	7 fr.	35 c.
On peut compter pour l'huile, la graisse, et une partie de la journée du chauffeur....................................	3	65
Plus pour deux hommes à l'appareil, à 3 fr. par jour....	6	»
Et pour les frais d'entretien, de l'intérêt et de l'amortissement du capital pour le broyeur et les accessoires, et pour le moteur, à 6 fr. par jour....................................	6	50
Le prix de fabrication pour 96 mètres de mortier est donc de....................................	23 fr.	50 c.

Soit de 0 fr. 245 par mètre cube, non compris les matières premières ni leur transport près de l'appareil.

M. Mangon, ingénieur des ponts et chaussées, qui a publié un article intéressant sur la fabrication du mortier et du beton, dans le Dictionnaire des Arts et Manufactures, donnait les prix de revient suivants, par les différents procédés en usage :

Le mortier fabriqué au tonneau vertical, marchant par un manége à un cheval, avec deux hommes, et pouvant en fournir 25 mètres par jour, revient, le mètre cube, à....................................	0 fr.	356 c.
Fabriqué au manége à roues conduit par deux chevaux, et produisant 20 mètres par jour, avec un surveillant à 3 fr. et un manœuvre à 1 fr. 50, le mètre cube revient à......	0	679
Fabriqué au tonneau mobile horizontal, mis en mouvement par des hommes, et produisant environ 15 mètres par jour, avec six ouvriers, dont cinq à 1 fr. 50 et un à 3 fr., le mètre cube revient à	1	10

Ce prix serait moins élevé en employant des prisonniers, dont les journées sont presque sans valeur.

Enfin le mortier fabriqué au rabot, par des manœuvres à 1 fr. 50, avec un contre-maître ou surveillant à 3 fr. par jour (deux ateliers de cinq gâcheurs, pouvant produire 250 mètres par année de 200 jours de travail), revient le mètre cube à.................................... 1 fr. 82

On voit, par ces chiffres, quelle différence énorme il y a entre le prix de revient du mortier fabriqué à la main et celui fabriqué en grand à l'aide d'une bonne machine : par conséquent, lorsqu'on opère sur de grandes quantités, il faut nécessairement arriver à fabriquer mécaniquement si l'on veut obtenir de grandes économies.

COMPOSITION DU MORTIER ET DU CIMENT.

A propos de l'appareil que nous venons de décrire, nous croyons qu'il ne sera pas sans quelque intérêt de dire quelques mots sur la composition des mortiers et des ciments employés dans les constructions. A Cherbourg, où la consommation du mortier hydraulique est extrêmement considérable, à cause des travaux de son immense digue, on emploie habituellement le ciment, qui a la propriété de prendre en 15 ou 20 minutes, et qui acquiert en peu de temps une grande dureté, surtout lorsqu'il est dans l'eau. Il se compose de 2/3 de sable et 1/3 de chaux hydraulique.

MM. Wyath et Parker obtinrent à Londres, en 1796, une patente pour la fabrication de cette espèce de chaux, éminemment hydraulique (1), connue sous le nom de ciment romain, et que l'on fabrique en très-grande quantité en Angleterre avec du calcaire à grain fin, très-dur, d'un gris bleu, dont la densité est de 2,59.

M. Vicat a rendu un service immense à la France et à l'Europe entière par ses découvertes sur la composition des chaux hydrauliques artificielles, et qu'il a publiées avec le plus grand désintéressement. Suivant les données de cet habile ingénieur, plusieurs fabriques importantes se sont montées pour la fabrication de ces chaux, composées d'argile et de chaux grasse.

« La chaux hydraulique artificielle, dit M. Mangon, peut se préparer par deux méthodes différentes. On distingue, en effet, la chaux hydraulique de 1re *cuisson* et celle de 2e *cuisson*. La première est un peu plus économique, la seconde parait un peu meilleure. Quand on peut disposer de calcaires très-tendres, de *craie* par exemple, on les réduit en bouillie

(1) M. Vicat divise en trois classes les *chaux hydrauliques* qui, éteintes et réduites en pâte, jouissent de la propriété de durcir sous l'eau après un temps plus ou moins long :

« La *chaux moyennement hydraulique* fait prise après quinze à vingt jours d'immersion, mais n'atteint jamais une grande dureté ;

« La *chaux hydraulique* prend du sixième au huitième jour ; elle continue à durcir jusqu'au douzième mois ; mais après le sixième mois d'immersion, elle présente déjà une résistance remarquable.

« Enfin la *chaux éminemment hydraulique* fait prise du deuxième au quatrième jour d'immersion ; après six mois, elle a acquis la dureté de la pierre. »

et on les mélange parfaitement, à une quantité convenable d'argile, au moyen de l'eau et de l'action des meules verticales ; on laisse un peu sécher le mélange, et quand il accquis la consistance convenable, on le moule en briquettes que l'on fait cuire par les moyens ordinaires. »

« Ce procédé est suivi dans la fabrique de M. de Saint-Léger, près de Paris. La craie de Meudon est mélangée avec 14,3 p. 0/0 environ d'argile de Vanvres. On délaie les matières dans l'eau et on les soumet à l'action des meules verticales tournant dans une auge circulaire. La bouillie claire résultant de cette opération est transportée dans des bassins en maçonnerie, les terres se déposent et l'eau en excès s'écoule. Quand la pâte est convenablement durcie, on la moule en briquettes que l'on cuit avec précaution. »

PERFECTIONNEMENTS DANS LA FABRICATION DU SUCRE,

PAR M. DECOCK, A LILLE.

On a généralement fait trop peu attention à la composition du jus de betterave, et par suite à l'instant où il convient d'agir : ainsi, on voit tel fabricant attacher tout l'intérêt de sa fabrication à la cuite du jus ; d'autres, à l'extraction du même liquide, et certains à la défécation. Chacune de ces opérations mérite sans doute de l'intérêt, mais ce à quoi il faut avant tout donner attention, c'est la conservation du jus. Il convient donc d'agir pendant son extraction, car du moment où la betterave est râpée, elle est soumise aux lois de la décomposition par suite de l'abandon de sa vie végétative, les éléments constituants du sucre sont mis en branle, et de cristallisable qu'il était, il se trouve promptement changé en glucose. M. Decock propose le tannin, comme moyen manufacturier pour arrêter cette funeste action.

Cette matière a, dit-il, la propriété de conserver les jus à l'abri de la fermentation, et, de plus, pendant la défécation, elle se combine à la chaux, et en formant avec celle-ci un composé insoluble d'une grande légèreté, elle vient ajouter un nouveau pouvoir au réseau clarifiant qui se forme pendant cette opération. On obtient, de cette manière, un jus plus clair, plus transparent et moins chargé de chaux.

Le tannin (acide tannique ou acide gallique) est encore d'un bon usage dans la clarification des mélasses à recuire, et préférable aux acides minéraux et animaux ; il diminue leur viscosité et leur donne de la limpidité.

Cette matière offre de plus les avantages d'être à bas prix, de pouvoir être confiée dans son usage à la main de l'ouvrier sans aucune surveillance extraordinaire, ce qu'aucune substance préconisée, telles que sulfate d'alumine, alun cristallisé, oxalate d'alumine, etc., n'a présenté jusqu'à ce jour.

MACHINE

A

BROYER ET A MÉLANGER LE CACAO ET AUTRES SUBSTANCES,

PAR

M. HERMANN, Constructeur à Paris.

(PLANCHE 2.)



Nous avons publié au commencement du 4e volume de ce Recueil, la machine à cylindres construite par M. Hermann, pour la fabrication du chocolat, et nous avons fait voir les avantages de ce genre de machines sur celles à cônes, auxquelles elles sont bien préférées pour la plus grande quantité de produits qu'elles sont susceptibles de faire dans un temps donné, avec la même force motrice. Nous nous sommes proposé de revenir sur cette fabrication et de faire connaître les machines de préparation qui y sont en usage et qui donnent les meilleurs résultats.

On a dû être étonné que, pendant longtemps, on n'ait pas employé pour concasser le sucre et le cacao d'autres appareils que des pilons à mouvement alternatif, soulevés par des cames et tombant verticalement dans des mortiers de fonte, et cependant de tels appareils présentent, comme tout le monde le sait, le grave inconvénient de produire des secousses, des chocs qui disloquent et détruisent rapidement les différentes pièces des machines, et même souvent les bâtiments qui les renferment; à Paris surtout et dans les grandes villes, ces chocs continuels sont extrêmement désagréables. On sait d'ailleurs que de tels appareils ne peuvent jamais fournir beaucoup de produits; aussi est-on dans l'obligation d'en avoir un certain nombre, même pour une fabrication de peu d'importance.

M. Hermann, qui s'occupe depuis un grand nombre d'années, et d'une manière spéciale, de tout ce qui a rapport à la fabrication du chocolat, à celle des couleurs, ou d'autres substances, a compris, des premiers, qu'il serait important de pouvoir remplacer ces machines à percussion, par d'autres appareils qui produiraient le même travail, en agissant d'une manière continue par pression et par friction. Il n'a pas tardé à établir, à cet effet, un appareil fort simple qui, appliqué aujourd'hui dans plusieurs fabriques de premier ordre, donne les résultats les plus satisfaisants.

BROYEUSE POUR LE CACAO, Fig. 3 et 4.

Son système a quelque analogie avec celui que M. Moulfarine, mécanicien à Paris, a proposé, il y a déjà bien des années, pour laver les cendres qui, provenant des ateliers de bijoutiers, de batteurs d'or, etc., doivent être travaillées pour en retirer les parcelles d'or qu'elles contiennent. Il consiste en deux meules ellipsoïdes en granit, montées libres sur un axe commun et recevant un mouvement de rotation continu, dans une auge circulaire également en granit, renfermée dans une cuvette cylindrique en fonte que l'on dispose pour être, au besoin, chauffée à la vapeur.

Telle est la machine représentée en plan (fig. 3, pl. 2), et en coupe verticale passant par l'axe (fig. 4), et que M. Hermann établit sur toutes dimensions, soit pour marcher à bras, soit pour marcher par un manége ou par un moteur.

L'auge circulaire fixe A, dans laquelle se mettent les substances à triturer ou à mélanger, est tirée d'une meule de granit qui, comme on le sait, est une pierre extrêmement dure et que l'on taille suivant une forme demi-circulaire, afin que le sucre et le cacao tendent toujours à descendre sur le fond. Elle repose sur plusieurs tasseaux *a* venus de fonte avec l'enveloppe cylindrique B, qui ne sert pas seulement à la porter, mais encore à recevoir la vapeur que l'on y fait arriver d'un générateur par le tuyau à robinet *b*, afin d'échauffer la pierre et de maintenir ainsi l'appareil dans une certaine température qui est essentielle pour la fabrication spéciale du chocolat.

Déjà, dans les machines à pilons, on avait reconnu la nécessité, pour obtenir un bon travail, de chauffer la base des mortiers, soit en les posant sur des sortes de réchauds, soit plutôt en les enveloppant d'une chemise afin d'y faire circuler de la vapeur. Il en est de même des machines à cônes ou à cylindres. On comprend que M. Hermann ait dû également chercher à chauffer son nouvel appareil, et à y appliquer plus particulièrement la vapeur, qui présente l'avantage de donner une température régulière, égale partout. Nous pensons que l'on pourrait également chauffer avec une circulation d'eau chaude, qui offrirait encore plus de régularité.

Par la disposition de son enveloppe B, la meule est chauffée, non-seulement en dessous, mais encore sur tout son pourtour cylindrique, parce que la vapeur peut circuler partout : elle ne trouve pas d'autre issue que celle déterminée par le petit tuyau *c*, qui doit être aussi muni d'un robinet.

Dans des machines d'une certaine puissance comme celle que nous avons dessinée, et qui doivent nécessairement marcher par un cheval ou par un moteur hydraulique ou à vapeur, le système doit être assis solidement sur un massif en maçonnerie C, et relié par des boulons *d*, ou sur de fortes pièces de charpente. Les petits appareils, marchant à bras, peuvent être portés sur de simples bâtis en bois ou en fonte, qui permettent de les transporter aisément tout montés.

L'auge et son enveloppe sont surmontées d'une cloche cylindrique D, en tôle, ou mieux en fonte qui, d'une part, sert à augmenter la capacité de la première, et de l'autre à fermer hermétiquement le dessus de la seconde, avec laquelle elle est boulonnée, pour que la vapeur ne puisse trouver d'issue par ce joint. Au besoin, on recouvre cette cloche pendant le travail, d'une toile libre que l'on peut enlever aisément, pour retirer les matières et en remettre de nouvelles.

Au centre de l'auge est rapportée une crapaudine en fonte *e*, qui renferme à l'intérieur un grain d'acier sur lequel tourne le pivot de l'arbre vertical E, qui porte une double branche horizontale en fer forgé F, sur laquelle sont adaptées les meules ellipsoïdes G. Cet arbre se prolonge notablement au-dessus de la cloche, pour que la roue d'angle H, par laquelle il reçoit son mouvement de rotation continu, ne puisse gêner le travail ni causer d'accident : immédiatement au-dessous de cet engrenage est un support garni de coussinets qui s'adapte habituellement à une charpente ou contre un mur, avec celui qui porte le palier de l'arbre de couche de commande I.

La traverse horizontale F est forgée à son centre de manière à présenter une section elliptique extérieurement et rectangulaire intérieurement; l'arbre vertical lui-même est renflé dans la partie qui doit la recevoir, pour l'entraîner dans sa rotation, sans le secours de clés ou de clavettes, tout en lui donnant la liberté de monter ou de descendre, suivant que les meules G se soulèvent ou se baissent par la plus ou moins grande quantité de matières qui sont soumises à leur action. Ces meules sont aussi en granit, taillées en forme d'ellipsoïdes de révolution ou de sphères aplaties; elles sont ajustées sur les parties tournées des deux branches de la traverse, comme des boîtes de roues de voitures sur les fusées de leur essieu; à cet effet, elles sont percées à leur centre d'un trou assez grand pour recevoir chacune une douille en fonte *f*, qui s'y trouve scellée avec du plâtre, et alésée pour recevoir la fusée cylindrique, autour de laquelle la meule doit tourner librement. Le constructeur a eu le soin d'évider une partie de cette fusée, afin de laisser un espace libre propre à y loger l'huile qui doit servir à la graisser pendant un temps, pour ne pas avoir à la renouveler souvent. Un écrou retient la meule à l'extrémité de la branche en la faisant appuyer contre son embase, mais sans la serrer assez fortement pour ne pas l'empêcher de tourner sur elle-même, quand elle marche dans l'auge, entraînée par la rotation de l'axe vertical. Des petites raclettes en acier très-minces *g*, sont contournées suivant la forme même des meules qu'elles entourent, pour enlever constamment sur toute la surface extérieure de celles-ci les matières pulvérisées qui pourraient y adhérer; elles sont pincées entre les embases des deux branches de la traverse, et les écrous qui retiennent les meules, et par conséquent elles suivent constamment la marche circulaire de celles-ci sans être entraînées dans les révolutions qu'elles font sur elles-mêmes.

M. Hermann a également disposé des couteaux ou râcloirs J et J′ qui descendent dans l'intérieur de l'auge, en suivant le contour de celle-ci, afin de ramasser sans cesse la matière et la faire passer sous les meules, tout en la faisant retourner sur elle-même. Ces couteaux sont aussi en acier mince, contournés en surface gauche, et boulonnés à un bras recourbé K en fer, qui se relie par une bride et deux boulons à l'arbre vertical, afin de tourner comme lui, et de suivre le trajet des meules.

De cette sorte on n'a, pour ainsi dire, pas à s'occuper de la machine, lorsqu'elle travaille; il suffit de verser dans l'auge la quantité de cacao et de sucre que l'on veut broyer et mélanger ensemble, l'opération s'effectue d'elle-même, l'ouvrier peut s'occuper d'autre chose, et par conséquent entretenir plusieurs appareils à la fois.

Sans doute on a compris que ces meules ou rouleaux ellipsoïdes, ayant deux mouvements, l'un de translation, suivant la circonférence intérieure de l'auge, l'autre de rotation sur elles-mêmes, écrasent et froissent en même temps les substances qui sont soumises à leur action, et comme celles-ci changent constamment de place, elles sont nécessairement mélangées et triturées tout à la fois.

Depuis le peu de temps que cette machine est connue, M. Hermann a été appelé à en établir un grand nombre, afin de remplacer les pilons qui, désormais, sont entièrement supprimés dans la fabrication du chocolat.

MACHINE A TRITURER PRINCIPALEMENT LES SUBSTANCES PHARMACEUTIQUES. Fig. 5 a 7, pl. 2.

Toutes les matières ne sont pas propres à être triturées ou pulvérisées par les mêmes machines; celles qui sont dures et sèches, comme les os, par exemple, destinés à la fabrication du noir, ne peuvent pas être broyées avec des appareils semblables à celles qui sont tendres et grasses; telle substance, soumise à un genre d'instrument, l'engorgera facilement, et ne permettra pas d'obtenir beaucoup de produits dans un temps donné, tandis que telle autre se réduira avec une grande rapidité et avec économie. Nous avons déjà donné les dessins de plusieurs outils propres à broyer diverses matières (1), nous les compléterons autant qu'il dépendra de nous, à mesure qu'il s'en présentera de nouveaux, susceptibles de rendre de bons services, en faisant voir les applications spéciales que l'on en fait dans l'industrie, pour en obtenir les meilleurs résultats.

La petite machine que nous donnons en coupe verticale et en plan sur les fig. 5 et 6, pl. 2e, est remarquable par sa disposition, par sa marche, et par les bons résultats qu'elle procure. Destinée à remplacer le mortier et le pilon que le droguiste et le pharmacien emploient pour triturer les substances qu'ils sont appelés à livrer en poudre plus ou moins fine, quelque-

(1) Rappelons la machine de MM. Barratte et Bouvet, publiée dans le 2e vol., et celle de M. Cambray, puis celle de M. Bérendorf, données dans le 3e vol.

fois impalpable, elle se compose aussi de pilons et de mortiers, mais disposés d'une manière différente : chaque pilon reçoit un mouvement circulaire, au lieu de recevoir un mouvement alternatif de montée et de descente; il glisse en se promenant horizontalement et agit sur la matière avec une certaine pression, au lieu de tomber verticalement et d'agir par chocs, par percussion. Pour de certains produits comme ceux que l'on est parfois appelé à employer dans la pharmacie, il importe de ne pas trop agir avec percussion, afin de ne pas échauffer, de ne pas fatiguer la matière, il est préférable de la comprimer, de la broyer en frottant plus ou moins fortement, et d'ailleurs on peut produire, par cette disposition, sensiblement plus de travail que par le pilon et le mortier ordinaires; surtout si, comme dans la machine actuelle, on a le soin d'en disposer un certain nombre autour d'un même arbre vertical, que l'on peut aisément faire marcher par une manivelle.

Nous devons également à l'obligeance de M. Hermann la communication de cet appareil, qui nous a paru appelé à rendre des services dans diverses circonstances.

La partie inférieure est une sorte de coffre A ou de meuble octogonal en bois, surmonté d'une table de marbre B, dans laquelle sont pratiquées quatre ouvertures coniques, à égale distance du centre, pour y loger quatre augets ou mortiers circulaires C, qui paraissent avoir de l'analogie avec l'auge en granit de la machine à broyer représentée fig. 3 et 4 ; seulement, ils sont proportionnellement d'une dimension beaucoup plus petite, et au lieu d'y faire promener des galets ou meules mobiles, ce sont des pilons qui glissent en suivant la forme annulaire de l'auge. Ces mortiers sont également en marbre, taillés au tour et polis avec soin.

A leur centre est rapportée une crapaudine a qui reçoit le pivot des arbres D, auxquels sont attachés les pilons : ceux-ci sont composés de plusieurs parties (fig. 7), savoir : 1° d'une première pièce inférieure E, qui est celle que l'on fait agir, et qui est le pilon proprement dit ; 2° une tige verticale F, à laquelle il est tenu par une clavette qui lui sert de manche, et enfin 3° d'une branche horizontale en fer G ajustée sur l'axe, et dans la douille de laquelle passe la tige, surmontée d'un ressort à boudin b. A l'aide de la vis de pression c, on maintient tout le pilon sur son axe, à la hauteur convenable au-dessus du fond du mortier, suivant la quantité de matière que l'on veut soumettre à la fois à son action. Le ressort a pour objet d'augmenter le poids propre du pilon, en le forçant à s'appuyer plus fortement dans l'auge, comme s'il était chargé d'un poids.

On comprend sans peine, par cette disposition, que si l'on imprime un mouvement de rotation à l'arbre central H, comme celui-ci porte à son sommet une roue horizontale I, qui engrène à la fois avec les quatre pignons J, rapportés à la partie supérieure des axes D, ce mouvement se transmet naturellement avec une vitesse trois fois et demie plus grande à ces axes et par suite aux bras des pilons. Ces derniers sont donc forcés de

tourner, en suivant la forme circulaire intérieure de leurs auges, et écrasent au fur et à mesure les matières contenues dans celles-ci avec d'autant plus d'énergie qu'ils sont plus chargés, et avec d'autant plus d'activité qu'ils tournent plus rapidement.

L'arbre vertical H est commandé par une paire de roues d'angle J, logées dans la caisse de l'appareil, et par l'arbre horizontal K, qui se prolonge au dehors de celle-ci, pour recevoir une manivelle L qu'un homme, souvent même un enfant, peut faire mouvoir sans grande fatigue. La vitesse moyenne qu'il imprime habituellement à la manivelle peut être de 30 à 32 tours par minute; par conséquent la vitesse de l'arbre central étant la même, puisque les deux roues d'angle sont de même diamètre, les axes des pilons doivent faire dans le même temps 105 à 112 révolutions. Or, le rayon moyen des bras de chaque pilon est de $0^m 052$, par conséquent la circonférence moyenne qu'ils décrivent est de

$$0^m 052 \times 2 \times 3,14 = 0^m 327.$$

L'espace qu'ils parcourent par minute dans leurs auges est donc de

$$0^m 327 \times 105 = 34^m 33.$$
$$\text{à } 0^m 327 \times 112 = 36^m 62.$$

Soit $0^m 57$ à $0^m 60$ par seconde.

On comprend que puisqu'il n'y a pas d'interruption dans le mouvement, on doit faire plus de travail dans un temps donné, avec une telle machine, que par des pilons à mouvement rectiligne vertical, agissant par chocs.

L'arbre central pivote dans sa partie inférieure dans une crapaudine ajustée au milieu de la traverse de fonte M, qui porte en même temps les coussinets de l'arbre de commande, et qui est boulonnée aux côtés intérieurs de la caisse. Un volant horizontal N, en fonte, est rapporté au-dessus pour régulariser le mouvement de rotation de l'appareil.

De petites colonnettes en fer tourné et poli O traversant l'épaisseur de la table de marbre, s'élèvent au-dessus de celle-ci, pour recevoir le chapiteau en fonte tourné P, qui, tout en servant d'ornement à la machine, est employé en même temps à porter les collets *e*, *e'* de l'arbre vertical et des axes des pilons; une cloche hémisphérique Q, en cuivre mince et poli, recouvre tout le système, de manière à ne laisser apercevoir ni engrenages ni coussinets à l'extérieur; cette cloche, qui est légère, peut d'ailleurs s'enlever aisément à la main par l'anneau adapté à son centre.

Comme nous l'avons dit, cette machine, ainsi que la précédente (1) sont susceptibles de recevoir dans l'industrie bien des applications pour une foule de substances ou de matières différentes que l'on a à pulvériser, à

(1) M. Hermann s'est fait breveter en France pour la disposition et l'application de ces deux machines.

réduire en pâte ou en poudre plus ou moins impalpable, ou à mélanger; elles seront préférées, dans bien des cas, nous en sommes persuadé, aux machines à percussion, qui sont très-désagréables par le bruit qu'elles occasionnent, et qui souvent ne peuvent faire autant et d'aussi beaux produits que les appareils à friction.

APPAREIL PROPRE A LA CONCENTRATION DES LIQUIDES,
A LA CUISSON DES SUCRES,
ET A LA CONDENSATION DES VAPEURS ALCOOLIQUES OU AQUEUSES,

Par MM. Legavrian et Farinaux, Ingénieurs-Constructeurs à Lille.

Cet appareil consiste dans la disposition d'un certain nombre de disques circulaires ou plateaux creux, présentant de grandes surfaces extérieures, et montés les uns près des autres sur un même arbre également creux et percé de trous pour être en communication avec l'intérieur de chaque plateau. On fait arriver la vapeur par l'une des extrémités de cet arbre, et elle passe successivement dans chacun des disques, pour en sortir refroidie, condensée, par l'autre extrémité. On comprend déjà, par cette disposition, que si l'on imprime à ce système un mouvement de rotation continue, en le faisant en partie plonger dans un bassin contenant des jus ou d'autres liquides à concentrer, les surfaces des disques, en tournant, entraînent des couches très-minces de liquide qui s'évaporent aussitôt qu'elles se trouvent en contact avec l'air extérieur, par la chaleur que dégage continuellement la vapeur qu'ils renferment.

Le refroidissement qui résulte de cette évaporation condense une portion de la vapeur contenue dans les plateaux, et l'eau condensée s'échappe au dehors par intermittence, c'est-à-dire chaque fois que l'orifice du tuyau de sortie est en communication avec un tube longitudinal disposé à cet effet. Ainsi, à chaque révolution, lorsque ce tube est en bas, il rencontre l'ouverture d'un tuyau et alors la pression de la vapeur qui est contenue dans les plateaux expulse immédiatement toute l'eau qui s'est condensée.

Il est évident qu'en poursuivant ainsi l'opération, l'évaporation a lieu d'une manière continue, et à l'air libre; le liquide contenu dans le réservoir augmente de densité jusqu'au point désiré. La vitesse de rotation devant varier en raison de la densité, on obtient naturellement cette variation par l'application de poulies coniques sur lesquelles on fait glisser la courroie motrice.

Cet appareil à travail continu s'applique aussi bien à la concentration et à la cuisson des sirops qu'à l'évaporation de toutes espèces de liquide. Il permet aussi de recueillir les produits d'une évaporation alcoolique, ou de celle de l'eau de mer, en faisant arriver la vapeur dont on veut opérer la condensation dans l'intérieur des plateaux, et en établissant un courant d'eau froide dans le réservoir.

Cet appareil est d'une grande simplicité d'exécution, d'un facile entretien, peu dispendieux, et offre une grande surface d'évaporation dans un petit volume. Travaillant d'une manière continue, sans aucune interruption, il permet d'opérer avec rapidité, et par suite de produire beaucoup dans un temps donné.

GRANDE MACHINE A MATER,

EN TOLE ET EN FER,

APPLIQUÉE POUR LA PREMIÈRE FOIS AU PORT DU HAVRE EN 1842,

ET CONSTRUITE

Par MM. MAZELINE Frères,

A Graville-l'Eure, près le Hâvre.

(PLANCHE 3.)



L'appareil que nous allons décrire n'est pas seulement intéressant sous le rapport des charges énormes qu'il est susceptible d'enlever à de grandes portées, mais encore sous le rapport de sa construction légère et solide tout à la fois, et de son heureuse disposition pour la manœuvre. Si les grues sont des instruments indispensables sur les quais, sur les rivières, dans les docks, partout où l'on est susceptible de charger ou de décharger des marchandises (1), les machines à mâter, qui sont aussi des grues de plus grandes dimensions, ne sont pas moins utiles dans les bassins, dans les ports de mer, pour le service des bâtiments de l'État, des navires du commerce. Au Hâvre, par exemple, la machine à mâter est constamment occupée; établie depuis 1842, elle a certainement acquitté plusieurs fois sa valeur, par le grand nombre de chargements et de déchargements qu'elle a permis de faire. Et pourtant, dès l'origine, avant même d'en faire les essais, elle été le sujet de bien des critiques; on trouvait les constructeurs bien hardis d'avoir osé établir un tel appareil, surtout en feuilles de tôle, sur une hauteur et une portée variable de 7 à 10 mètres, en dehors du pied de la mâture.

Après l'expérience de plusieurs années, et surtout après les épreuves considérables auxquelles elle a résisté sans aucun accident, on a constaté toute la solidité de cette machine, et l'on est aujourd'hui convaincu des bons résultats; aussi plusieurs ingénieurs ont proposé d'en établir de semblables dans nos différents ports de mer. Nous allons d'abord faire connaître la construction de cet appareil, puis nous donnerons les calculs et les

(1) Nous avons publié deux articles sur les grues, l'un dans le premier volume, et l'autre dans le quatrième, et nous avons parlé dans le cinquième de la belle et grande grue en tôle de M. Lemaitre.

formules d'équilibre qui lui sont applicables, avec les notes et tableaux qui nous ont été communiqués par MM. Mazeline, et qui sont dus à M. Allix, ingénieur de la marine royale.

DESCRIPTION DE LA MATURE REPRÉSENTÉE PL. 3.

La figure 1 est une vue de face de l'appareil tout monté, en admettant que l'on se place en le regardant du côté du bassin dans lequel se trouve le bâtiment à charger ou à décharger.

La figure 2 est une projection latérale, montrant l'inclinaison des bigues et la direction des haubans, ainsi que les treuils qui servent au service de l'appareil.

Des bigues et des haubans. — Les bigues se composent de deux grandes colonnes inclinées A, qui se rapprochent vers le sommet, et qui sont formées d'une suite de tambours cylindriques en tôle (fig. 3) de 0^m70 de diamètre extérieur, rivés et réunis ensemble au moyen de cercles en fer méplat *a*. A l'intérieur de chacun d'eux, les constructeurs ont eu soin de rapporter des entretoises *b* (fig. 4) en fer méplat également, dans le sens même du plan passant à peu près par l'axe des bigues et des haubans, afin de leur donner plus de résistance, et qu'ils ne puissent fléchir par la charge. Leur assemblage est fait comme dans les mâts en tôle que MM. Mazeline ont proposés il y a aussi plusieurs années, et qui ont été appliqués depuis sur plusieurs navires; M. Lemaître a fait de même pour les arbres en tôle de grande puissance, qu'il a été chargé de construire pour cette maison.

A la base inférieure de ces bigues sont rapportés de forts tourillons en fonte B, de forme sphérique et tournés, ajustés dans des crapaudines de fonte C (fig. 12), qui servent en même temps de plaques d'assise, logées et scellées dans le massif en pierre de taille qui supporte tout l'appareil près du bassin. Cette disposition d'ajustement à rotule permet au système de pivoter sur lui-même, et par conséquent de prendre à volonté des inclinaisons différentes, suivant qu'on rallonge ou qu'on raccourcit les haubans D qui sont attachés à leur partie supérieure. Pour que cette attache présente toute la solidité désirable, les constructeurs ont aussi coiffé le sommet des bigues de chapiteaux ou chaises, en fonte E (fig. 5 et 6) qui sont fixés aux derniers tambours, et traversés par les boulons *c*. Ceux-ci, retenus d'un côté au moyen d'écrous et de clavettes, présentent de l'autre une tête à œil, pour recevoir les chapes ou brides en fer *d*, auxquelles les haubans viennent s'attacher par leur extrémité.

Ces haubans se composent de deux longs et forts câbles ou cordages en chanvre, de près de 10 centimètres de diamètre, qui s'étendent en suivant la direction oblique indiquée sur la fig. 2, jusque dans le fond du bassin, où on les attache à des ancres en fer F; mais pour ne pas risquer de pourrir ou de se détériorer par l'eau, leur partie inférieure est transformée en

deux portions de chaîne à maillons de fer G, qui s'accrochent directement à ces ancres et aux chapes des petites poulies à gorge *e*, autour desquelles les câbles s'enveloppent.

En changeant la longueur de ces haubans, ou les points fixes des ancres, on changera naturellement l'inclinaison des bigues, et par conséquent on variera la distance horizontale qui existe entre leurs pieds, et les fardeaux ou la ligne verticale passant par le point de suspension de la charge. Nous donnons plus loin les résultats du calcul relatif aux diverses inclinaisons que l'on peut faire prendre ainsi à l'appareil.

Des jambes ou tirants en bois G′, placés derrière les bigues, vers le milieu desquelles ils s'agrafent à charnière, au moyen des chapes en fer *f*, servent à retenir le système dans la position qu'on veut lui donner, c'est-à-dire à empêcher que par la tension des haubans, les bigues ne se redressent au delà de la ligne qui doit marquer leur limite. Ils buttent à cet effet, par leur pied, sur une plaque de fonte H, qui est encastrée dans le sol.

DES MOUFLES ET DES TREUILS. — Les chaises ou chapeaux de fonte E, qui terminent les bigues, forment en même temps coussinets ou supports à la forte traverse en fer I, à laquelle sont attachées les chapes des poulies et des moufles au moyen desquelles on enlève les fardeaux. Cette traverse doit présenter évidemment une grande solidité, puisqu'elle supporte toute la charge élevée; aussi les constructeurs lui ont donné 45 centimètres de hauteur au milieu, sur près de 9 centimètres d'épaisseur, et 16 centimètres de diamètre aux tourillons; elle est en forme de balancier ou de double parabole, comme le montre le détail fig. 7. Elle est de plus surmontée d'une grande flèche en fer J, qui porte le drapeau, et qui est tenue dans la direction verticale par les cordes *g*.

Près des tourillons de cette traverse sont suspendues les chapes des poulies principales K, sur la gorge desquelles passent les cordes *h*, qui communiquent aux treuils, et qui descendent sur les poulies des moufles inférieures L (fig. 10 et 11), remontent sur celles des moufles supérieures L′, pour redescendre et remonter de nouveau, et enfin s'attacher aux crochets *i* des premières moufles. Cette disposition a pour objet d'augmenter, comme on le sait, la puissance, qui se multiplie autant de fois qu'il y a de paires de poulies.

Dans le dessin fig. 1 et 2, nous avons représenté un corps de chaudière M que nous supposons entièrement enlevé par l'appareil, pour être déchargé dans le bateau à vapeur N, placé dans le bassin, auprès du bord du quai; c'est une chaudière à tubes, du système adopté généralement aujourd'hui pour les navires à vapeur de l'État. Nous allons voir qu'au moyen des moufles et des treuils, cette chaudière, malgré son poids considérable, peut être élevée très-facilement avec quelques hommes.

Les treuils ou cabestans destinés à la manœuvre des fardeaux sont placés à l'arrière de l'appareil; nous les avons représentés en détails sur les fig. 8 et 9; ils se composent chacun d'un tambour cylindrique en fonte creux O,

autour duquel s'enroule la corde *h*, qui y est fixée par l'une de ses extrémités, et qui se dirige vers sa circonférence au moyen des poulies de renvoi P, attachées solidement aux pieds des bigues. Ce tambour est vertical et traversé par un axe en fer qui, d'un bout, porte la roue droite dentée *j*, et, de l'autre, vers le bas, une roue à frein destinée à retenir la charge élevée dans une position quelconque, et sur laquelle on agit alors par un levier *k*. Avec la roue dentée *j*, engrène un pignon plus petit *l*, qui n'a que moitié de diamètre, et qui est monté sur l'axe d'un moyeu en fonte Q formé de plusieurs boites rectangulaires pour y loger à volonté et successivement de grands leviers en bois ou en fer, à l'aide desquels on les fait tourner d'une certaine quantité, et par suite on fait mouvoir les engrenages et les tambours du cabestan.

Pour diminuer autant que possible le frottement des poulies sur leurs axes, et faciliter par conséquent leur mobilité, MM. Mazeline ont adopté une disposition de galets logés dans l'intérieur de ces poulies, et roulant autour des axes, comme le montrent les fig. 13 et 14, qui représentent à une grande échelle les divers moyeux de ces dernières.

CALCUL RELATIF A LA CHARGE QUE L'ON PEUT ENLEVER AVEC L'APPAREIL. — Le diamètre extérieur du tambour de chaque treuil est de 0^m 65, celui de la roue dentée qui le surmonte est de 0^m 80, et celui du pignon, de 0^m 45; si on suppose que les leviers rapportés sur les moyeux aient 2^m 25 de longueur, compris entre le centre et le point d'application de la puissance, on a alors le rapport de 1 à 10 entre le rayon du pignon et le rayon du levier; par conséquent un effort donné, appliqué à l'extrémité de celui-ci, sera dix fois plus grand à la circonférence du pignon.

D'un autre côté, le rapport entre le diamètre de ce pignon et celui du tambour du treuil, est comme 0,45 à 0,65, ou :: 0,694 : 1; par conséquent, on a

$$10 : 1 :: 1 : 0{,}694$$

$$\text{ou} = \frac{1}{6{,}94} \text{ pour le rapport de la puissance à la résistance.}$$

Si l'on se rappelle maintenant que, comme on le démontre en statique pour l'équilibre des corps, lorsqu'on fait l'application des moufles, la puissance est à la résistance comme l'unité est au nombre des cordons qui soutiennent la moufle mobile, on reconnaîtra que, dans l'appareil qui nous occupe, chaque moufle se compose de trois poulies, et que, comme il y a sept cordes qui le supportent, la puissance est le septième de la résistance; il en résulte donc que le rapport entre la puissance appliquée au bout du grand levier d'abattage, adapté au moyeu Q, est à la résistance ou à la charge suspendue au crochet de la moufle mobile, comme

$$1 : 6{,}94 \times 7 = 48{,}58$$

C'est-à-dire que dans le cas d'équilibre la puissance soutient un poids qui est plus de 48 fois plus considérable qu'elle, et comme il y a deux treuils

et deux systèmes de moufle pour soutenir le même fardeau, il est évident que ce rapport est doublé,

$$\text{ou} :: 1 : 48,58 \times 2 = 97,16$$

Par conséquent, une puissance de 100 kil. appliquée au levier de chaque treuil est capable de supporter une charge de

$$100 \times 97,16 = 9,716^{\text{kil.}}$$

Or nous avons fait voir, dans le 1[er] vol. de ce recueil, qu'un homme appliqué à une grue, lorsqu'il ne doit marcher qu'accidentellement, c'est-à-dire pendant quelques minutes seulement, puis reprendre longtemps après, est capable de produire un effort considérable; il n'est donc pas surprenant de voir qu'avec quelques hommes aux cabestans, on puisse enlever aisément et sans fatigue des fardeaux de 20 à 30 mille kil. et plus.

NOTES ET CALCULS RELATIFS A LA MACHINE A MATER,

PAR M. ALLIX.

M. Allix, chargé par le gouvernement, d'un projet de machine à mâter, semblable à celle du Hâvre, pour le port de Brest, a donné à l'appui de son rapport, des notes et des formules, qui nous ont paru très-intéressantes, et que nous reproduisons, telles qu'elles nous ont été communiquées par MM. Mazeline.

Voici d'abord le devis des poids des pièces de fer, tôle et fonte, dont se compose toute la partie de l'appareil projeté, qui exerce une tension sur les haubans, et nécessaire pour déterminer la hauteur du centre de gravité de la mâture.

NOMENCLATURE.	POIDS des Pièces.	DISTANCES au Pied de l'Appareil.	MOMENTS par rapport au Pied des Bigues.
	kil.	mètr.	
Poids en fonte des deux grandes bigues..	3,735	0,65	2,427
Pied de la bigue intermédiaire et accessoires	4,151	1,20	4,981
Grande bigue en tôle..................	34,703	18,00	624,654
Bigue intermédiaire (partie en tôle)....	15,423	17,00	262,191
Arceau..............................	1,008	31,75	32,004
Les deux entretoises..................	1,602	14,00	22,428
Étances en fer entre l'arceau et le tambour.	412	34,00	14,008
Tambour complet y compris les poulies..	10,123	36,25	366,958
Plate-forme ou balcon................	1,151	36,75	42,299
Emplanture du mât de pavillon.........	240	37,75	9,060
TOTAUX......	72,558	»	1,381,010

Ainsi le poids total de toute la partie qui tire sur les haubans, s'élève à 72.558 kilog. abstraction faite, d'une part, des poulies mobiles et des garants, et de l'autre, du poids des haubans, de l'échelle, du mât de pavillon, etc., par conséquent la hauteur du centre de gravité au-dessus du pied des bigues, est égale à

$$\frac{1381.010}{172.558} = 19^{m}03$$

Pour arrondir les nombres, on a supposé, dans les calculs suivants, le poids égal à 74 tonneaux de 100 kilog.

La machine à mâter, du Hâvre, se compose de :

Tôles	= 70.061 kil. 39	
Fontes	= 26.225 00	= 103.318 kil. 70
Fer	= 6.851 31	
Acier	= 181 00	

CONDITIONS D'ÉQUILIBRE DE L'APPAREIL. Fig. 15, pl. 3.

Soient : P, le fardeau soulevé, appliqué à la tête des bigues ;

Q, le poids de l'appareil agissant au centre de gravité du système ;

R, la charge que les bigues ont à supporter dans le sens de leur longueur ;

T, la tension des haubans id.

G, le centre de gravité de l'appareil.

Soient encore (fig. 16) : $\frac{OC}{OA} = m$, rapport de l'empâture du hauban à la longueur des bigues,

$\frac{OB}{OA} = n$, rapport de la saillie à la longueur des bigues,

$$\text{et } \frac{OG}{OA} = \frac{OI}{OB} = L.$$

En exprimant les conditions d'équilibre, on est conduit aux deux équations suivantes :

$$R = (P+Q)\sqrt{1-n^2} + \frac{n}{m}(P+LQ)\frac{1+mn}{\sqrt{1-n^2}}$$

$$\text{et } T = \frac{n}{m}(P+LQ)\sqrt{\frac{1+2mn+m^2}{1-n^2}} \quad (1)$$

En supposant les haubans de l'appareil projeté, placés dans la même

(1) M. Allix arrive à ces équations de la manière suivante :

$$\text{On a } \frac{T}{P} = \frac{AE}{AD} \quad \text{(Fig. 15)}$$

$$\text{et } \frac{R}{P} = \frac{AC}{AD}$$

$$\text{ou } T = P\,\frac{AE}{AD}$$

$$\text{et } R = P\,\frac{AC}{AD}$$

Les lignes OD et OE, sont tirées respectivement parallèles à AC et AB.
De ce que les deux triangles ABC et EOC sont semblables, on a

$$AE : BO :: AC : BC$$

$$\text{ou } \frac{AE}{BO} = \frac{AC}{BC} = \frac{\sqrt{AB^2+BC^2}}{BC}$$

car le triangle ABC étant rectangle, le quarré fait sur $AC = AB^2 + BC^2$

$$\text{ou } AC = \sqrt{AB^2+BC^2}$$

mais le triangle ABO étant aussi rectangle, on a également

$$AB = \sqrt{AO^2 - BO^2}$$

$$\text{par conséquent, } AC = \sqrt{AO^2 - BO^2 + BC^2}$$

$$\text{Si on fait } AO = l,\ BO = nl,\ BC = (m+n)\,l$$

$$\text{on a } AC = \frac{\sqrt{l^2 - n^2 l^2 + (m+n)^2 l^2}}{(m+n)\,l} = \frac{\sqrt{(1+n^2+m+n)^2}}{m+n}$$

$$\text{d'où l'on tire } \frac{AE}{BO} = \frac{\sqrt{1+n^2+(m+n)^2}}{m+n}$$

$$\text{ou } AE = \frac{nl}{m+n}\sqrt{1+n^2+(m+n)^2}$$

On a aussi, par la similitude des deux mêmes triangles ABC et EOC,

$$\frac{EO}{AB} = \frac{CO}{CB} = \frac{m}{m+n}$$

$$\text{d'où } EO = \frac{m}{m+n}\sqrt{l^2+n^2 l} = \frac{ml}{m+n}\sqrt{1-n^2}$$

$$\text{donc } T = P\,\frac{n}{m}\sqrt{\frac{1+n^2+(m+n)^2}{1-n^2}} = P\,\frac{n}{m}\sqrt{\frac{1+m^2+2mn}{1-n^2}}$$

$$\text{et } R = P\,\frac{m+n}{m\sqrt{1-n^2}}$$

Dans ce calcul, on n'a pas égard au poids de l'appareil; en en tenant compte on arrive naturellement aux deux formules indiquées.

direction que les haubans supérieurs de la machine à mâter actuelle du port de Brest, telle qu'elle est dessinée dans l'Atlas du Génie maritime, on a :

$$OC = OA = 36^m25 \text{ ou } n = 1$$

$$L = \frac{19^m03}{36\ 25} = 0{,}5249 \text{ ou, pour arrondir les nombres,} = 0{,}55$$

Q. en nombres ronds = 74 tonneaux,
LQ = 40.7,
P = 60 tonneaux,

et pour une saillie de 10^m80 en dehors du quai,

$$n = \frac{10{,}80}{36{,}25} = 0{,}2979.$$

Ainsi, pour la charge d'essai égale à 60 tonneaux, non compris le poids des colonnes, et avec 10^m8 de saillie, on a :

$$R = 168^t65.$$
$$T = 50^t64.$$

« Le projet est disposé, par ordre, de manière à permettre de varier l'inclinaison des bigues. Cette disposition n'a pas pour but de donner le moyen de transporter un fardeau de terre à bord d'un bâtiment, et réciproquement, puisqu'il paraît que cette manœuvre ne pourrait se faire à Brest, faute d'espace auprès de la machine à mâter. Elle pourrait au contraire, servir à donner le moyen de transborder des fardeaux d'un bâtiment sur un autre, sans qu'on soit obligé d'amener tour à tour sous l'appareil, le bâtiment en chargement et le bâtiment en déchargement. Cette considération, conduit à chercher quelles sont les conditions d'équilibre dans toutes les inclinaisons de l'appareil. A cet effet, nous admettons que la charge des bigues, dans le sens de leur longueur, est limitée à 168 tonneaux, c'est-à-dire à la charge d'essai, et cherchons, dans toutes les inclinaisons qu'il nous plaira de donner à l'appareil, quel est le fardeau correspondant que l'on peut suspendre à la tête des bigues, et quelle tension il s'ensuit pour les haubans.

« En faisant, en conséquence, dans les deux équations précédentes,

$$m = 1,\ R, = 168^t,\ Q = 74^t \text{ et } L = 0{,}55$$

et en résolvant ces formules par rapport à P et à T, on trouve les deux équations suivantes :

$$P = \frac{168\sqrt{1-n^2}}{1+n} + 33{,}3\,n - 74$$

$$T = n\,(P + 40{,}7)\sqrt{\frac{2+2n}{1-n^2}}$$

« Si maintenant on fait varier *n* dans ces deux équations, on est conduit aux résultats portés dans le tableau suivant :

CHARGE DES BIGUES dans le sens DE LEUR LONGUEUR.	SAILLIE DES BIGUES en dehors DE LEUR PIED.	SAILLIE DES BIGUES en dehors DU QUAI.	FARDEAU CORRESPONDANT.	TENSION correspondante DES HAUBANS.
tonneaux.	mètres.	mètres.	tonneaux.	tonneaux.
168	5,80	5,00	74,28	28,33
168	6,80	6,00	71,20	32,93
168	7,80	7,00	68,17	37,14
168	8,80	8,00	65,10	41,76
168	9,80	9,00	62,26	46,06
168	10,80	10,00	59,40	50,33
168	11,80	11,00	56,60	54,54
168	12,80	12,00	53,84	58,68
168	13,80	13,00	51,09	62,79
168	14,80	14,00	48,39	66,83
168	15,80	15,00	45,73	70,78
168	16,80	16,00	43,09	74,92
168	17,80	17,00	40,46	78,90
168	18,80	18,00	37,84	83,00
168	19,80	19,00	35,23	87,05
168	20,80	20,00	32,63	91,08
168	21,80	21,00	30,01	95,26
168	22,80	22,00	27,37	99,25

« On doit conclure de ces résultats qu'en supposant les bigues assez rigides pour ne pas trop fléchir sous l'action de leur propre poids, et qu'en employant des haubans capables d'une très-grande force de résistance, on pourrait encore soulever des fardeaux considérables avec une très-grande inclinaison.

« Si l'on remarque que dans le cas où il s'agit de transborder des poids d'un bâtiment sur un autre, on n'a généralement pas besoin d'une élévation aussi grande que celle à laquelle une machine à mâter permet de soulever les fardeaux, que cette élévation peut facilement être mise à profit pour tirer vers la mer le fardeau à mouvoir à l'aide d'un palan supplémentaire, et que l'addition de ce palan est plus commode que la manœuvre qui aurait pour but de changer l'inclinaison du système, on est conduit à chercher également les conditions d'équilibre de l'appareil, dans le cas où l'on fait ainsi usage d'un palan supplémentaire, appliqué le plus bas possible et agissant dans une direction perpendiculaire à la ligne qui joint le point d'attache du palan à la tête des bigues.

« Nous supposerons le palan supplémentaire appliqué à la hauteur du

sol ou au pied des bigues, comme dans la figure 16, et conservant les mêmes notations; en désignant par S la force perpendiculaire à la ligne AD qu'il faut appliquer au point D pour attirer le fardeau P vers la mer, en désignant $p = \frac{OD}{OA}$ le rapport de la saillie du fardeau à la longueur des bigues, on trouve pour les équations d'équilibre, dans cette circonstance, les trois équations suivantes :

$$R = P\frac{1-pn}{\sqrt{1-n^2}} + Q\sqrt{1-n^2} + (Pp - nLQ)\frac{1+mn}{m\sqrt{1-n^2}}$$

$$T = (Pp + nLQ)\frac{1}{m}\frac{\sqrt{1+2mn+m^2}}{1-n^2}$$

$$S = P\frac{p-n}{\sqrt{1-2pn+p^2}}.$$

« En faisant dans ces formules $m = 1$, $Q = 74^{tx}$, $L = 0{,}55$, $R = 168^{tx}$, $n = 0{,}29793$, et en les résolvant par rapport à P, T et S, on trouve les équations suivantes dans lesquelles on fait varier p pour arriver aux résultats consignés dans le tableau ci-dessous :

$$P = \frac{77{,}21}{1-p};\ T = 1{,}688\,Pp - 20^{tx},468;\ S = P\frac{p-0{,}2979}{\sqrt{1{,}-0{,}5959\,p+p^2}}$$

CHARGE des mucus dans le sens de leur longueur.	SAILLIE des bigues en dehors de leur pied.	SAILLIE des bigues en dehors du quai.	SAILLIE du fardeau en dehors du quai.	FARDEAU correspondant.	TENSION correspondante des haubans.	FORCE supplémentaire perpendiculaire.
Tonneaux.	mètres.	mètres.	mètres.	Tonneaux.	Tonneaux.	Tonneaux.
168	10,80	10,00	10	59.40	50.33	0,00
»	» »	» »	11	58.17	52.43	1,66
»	» »	» »	12	56.96	54.43	3,32
»	» »	» »	13	55.84	56.35	4,82
»	» »	» »	14	54.75	58.19	6,28
»	» »	» »	15	53.69	59.97	7,67
»	» »	» »	16	52.68	61.67	9,00
»	» »	» »	17	51.71	63.32	10,25
»	» »	» »	18	50.76	64.90	11.40
»	» »	» »	19	49.86	66.44	12,54
»	» »	» »	20	48.99	67.90	13,58
»	» »	» »	21	48.14	69.34	14,60
	» »	» »	22	47.33	70.72	15,52

« En comparant les deux tableaux précédents, on arrive à cette conclusion qui, du reste, est évidente, que pour prendre ou poser un fardeau à une grande distance, en dehors du quai, on fatigue moins l'appareil en faisant usage d'un palan supplémentaire, ou de retenue, qu'en inclinant cet appareil jusqu'à amener la tête des bigues verticalement au-dessus du fardeau.

« Il n'y a donc lieu à rendre l'appareil capable d'une combinaison variable que pour tenir compte de l'allongement des haubans, mais il n'est pas à présumer qu'on tire jamais parti de cette disposition pour augmenter la saillie normale.

« Nous admettons, en conséquence, que la saillie des bigues restera toujours de 10 mètres, que ces bigues n'auront jamais à résister dans le sens de leur longueur à une charge supérieure à 168 tonneaux, et que la tension des haubans, de 50 tonneaux dans l'essai, ne dépasse jamais 72 tonneaux. Dans ces conditions, l'appareil sera capable de mouvoir des fardeaux décroissants, comme l'indique le second tableau avec les distances dont ces fardeaux sont éloignés du quai.

« En admettant que les trois bigues travaillent également, elles auront donc à porter chacune une charge de 56 tonneaux y compris leur propre poids.

« Or, le projet suppose les tôles de l'enveloppe et des cloisons de 12 et 13 millimètres d'épaisseur; c'est, abstraction faite des croisures et des cornières, une section de 46,000 millimètres quarrés au pied des bigues. Cette section est certes bien plus que suffisante pour que les bigues cèdent par écrasement, puisqu'elle ne correspond qu'à une charge de 1k22 par millimètre carré.

« Il n'y a donc rien à craindre pour la résistance des bigues en les supposant rigides.

« Reste à établir que les bigues ne céderont pas par flexion. Il n'existe pas sur cette matière d'expériences assez nombreuses et assez précises pour servir de base à des calculs positifs; nous nous contenterons d'émettre ici l'opinion que trois bigues liées l'une à l'autre, comme cela a lieu dans le projet proposé, de manière à ne pouvoir ni se tordre, ni ployer isolément dans la direction perpendiculaire aux cloisons intérieures, ne peuvent également, sous la charge de 168 tonneaux, ployer dans le sens où agissent les cloisons. Nous pensons donc qu'il n'est nécessaire d'ajouter aucun accessoire, si ce ne sont les entretoises, pour que les trois bigues soient capables de résister à cette charge.

« Ce ne serait donc, suivant nous, que pour se conformer à l'habitude que l'on ajouterait, comme dans le premier projet, des arcs-boutants qui, pour plus de simplicité, sont disposés de manière à servir de haubans intermédiaires. Ces arcs-boutants sont inutiles dans le cas qui nous occupe. Effectivement si les bigues doivent ployer dans le plan de leur cloison, cela peut-il avoir lieu de manière que la courbure présente jamais sa concavité du côté de la mer? N'est-ce pas toujours, au contraire, vers la terre que cette

concavité sera tournée en vertu de l'action de la gravité sur chacun des points de la longueur des bigues, laquelle action déterminera toujours une première flexion dans ce sens? De sorte que des haubans intermédiaires peuvent être toujours utiles, mais des arcs-boutants ne peuvent l'être que dans un appareil assez peu incliné pour pouvoir être renversé par le vent, ou dans un appareil destiné à poser ou à prendre des fardeaux à terre comme cela a lieu pour la machine du Hâvre, ou, enfin, dans le cas où les haubans intermédiaires, s'il y en avait, seraient maladroitement rivés outre mesure.

« Ces considérations nous conduisent à proposer de construire l'appareil proposé sans arcs-boutants et sans haubans intermédiaires. Puis si, contre toute probabilité, on venait dans l'essai à reconnaître l'utilité de l'un ou de l'autre, on les ajouterait sur place, ce qui peut se faire facilement.

« Pour résister au renversement de l'appareil dans le cas extrême, nous avons admis ci-dessous qu'il fallait des haubans appliqués à la tête de l'appareil et capables de faire équilibre à un effort de traction de 72 tonneaux; leur empâture étant supposée égale à la longueur des bigues.

« Dans la machine à mâter du Hâvre, il n'y a qu'un seul hauban en chanvre sur chacune des deux bigues. Nous pensons qu'il n'y a pas à hésiter à employer les haubans en fils de fer de préférence aux haubans en cordages. Les premiers présentent sur les seconds plusieurs avantages signalés, dont un seul, à l'exclusion de tous les autres, suffit pour expliquer notre préférence; c'est qu'ils s'allongent beaucoup moins que ces derniers.

« Quant au nombre des haubans, je pense, contrairement à l'opinion de M. Mazeline, qu'il y a avantage de le multiplier. J'adopte trois haubans de chaque côté, et je suppose les manilles ou points d'attache disposés de manière à en mettre un plus grand nombre, si on le jugeait nécessaire, par excès de précaution.

« En admettant que la force se répartisse également entre ces six haubans, ils doivent résister chacun à un effort de 12 tonneaux. Chaque hauban étant composé d'un faisceau de fil de fer de 51 millimètres de diamètre ou de 250 kilogrammes de 3m/m, il n'en résulterait qu'une charge de 48 kilogrammes par fil ou de 7 kilogrammes par millimètre carré. On pourrait évidemment leur faire porter le double et même le quadruple, puisque dans les essais des ponts suspendus la charge des faisceaux est souvent portée bien au-dessus de ce dernier terme. Il est, d'ailleurs, facile de constater, par des expériences directes, que du fil de fer, non recuit, conserve intégralement son élasticité presque jusqu'au moment de sa rupture.

« Chaque moufle se compose de six cordons qui, dans la charge d'essai, auront à supporter chacun 3,333 kilogrammes et, en outre, une tension provenant de la perte de force due au frottement et à la raideur des cordes. La première de ces deux causes ne peut être bien grande avec des réats d'un aussi grand diamètre que ceux que nous avons adoptés, et avec des réats mobiles sur des galets. La seconde est presque nulle avec des câbles-chaînes. Tels sont les motifs pour lesquels nous adoptons pour ces manœu-

vres des câbles-chaînes, du calibre de 14 millimètres, sans étai, qui sont éprouvés à une tension de 4,300 kilogrammes. Ces chaînes, enroulées sur un cabestan à couronne, pour éviter les chocs, pourraient s'arrimer dans des puits placés auprès des cabestans. »

TABLEAU ANALYTIQUE

DES PRIX PROPOSÉS PAR LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE,

POUR ÊTRE DÉCERNÉS DANS L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 6 MAI 1848.

L'envoi des pièces justificatives devra être fait avant le 15 février 1848.

ARTS CHIMIQUES.

Pour une théorie de la fabrication du rouge d'Andrinople (médaille d'argent).

Pour un procédé utile à la fabrication des toiles peintes (médaille de bronze ou d'argent).

Pour déterminer la valeur comparative de la cochenille (médaille d'argent).

Pour un mémoire déterminant la valeur relative des bois de Campêche de différentes provenances (médaille d'or).

Pour un mémoire traitant, sous les mêmes rapports, des différents bois de Brésil, etc. (médaille d'or).

Pour un alliage métallique propre à servir pour racles de rouleaux (médaille d'or).

Pour un apprêt pour tissus de coton imprimés, ne moisissant pas, etc. (médaille d'argent).

Pour un épaississant qui remplacerait la gomme du Sénégal (médaille d'or).

Pour un extrait de garance, économique et produisant des couleurs aussi solides et aussi vives que la garance elle-même (médaille d'or).

Pour un mémoire sur le rôle que jouent, en teinture, les substances qui accompagnent la matière colorante de la garance (médaille d'or).

Pour un moyen facile d'évaluer la quantité absolue de matière colorante contenue dans les garances (médaille d'or).

Pour un mémoire indiquant par quelles causes certains tubes ou cylindres de verre éclatent lorsqu'on les a frottés, même légèrement (médaille de bronze).

Pour un moyen facile et peu coûteux de préparer en grand l'eau oxigénée (bioxide d'hydrogène de THÉNARD) (médaille d'or).

ARTS MÉCANIQUES.

Pour un mémoire sur la filature de coton nos 80 à 180 métriques (médaille d'or).

Pour une machine propre à éplucher le coton (médaille d'or de 1,000 fr.).

Pour la fabrication et la vente de nouveaux tissus en coton (médaille d'argent).

Pour le meilleur mémoire sur l'épuration des différentes espèces d'huile, propres au graissage des machines (médaille d'or de 500 fr.).

Pour une amélioration à introduire dans la construction des cardes de filature de coton (médaille d'argent).

Pour une série d'essais sur l'avantage à produire le courant d'air, par une machine soufflante, au lieu de cheminée (médaille d'argent).

Pour un mémoire sur le mouvement et le refroidissement de la vapeur d'eau dans les grandes conduites (médaille d'argent).

Pour l'introduction du premier assortiment de métiers self-acting, en Alsace (médaille d'argent).

Pour un mémoire complet sur les transmissions du mouvement (médaille d'or).

Pour un moyen simple et pratique de reconnaître et comparer la qualité des huiles destinées au graissage des machines (médaille d'argent).

Pour plans détaillés et description complète de toutes les machines d'une filature de laine peignée, d'après les meilleurs systèmes connus aujourd'hui (médaille d'argent).

Pour une machine à vapeur, rotative (médaille d'or de 1,000 fr.).

Pour l'invention ou l'introduction dans le département, d'une machine à parer (médaille d'argent).

Pour le meilleur mémoire sur les divers systèmes de chauffage des ateliers des machines à parer (médaille d'argent).

Pour l'introduction dans le département, du premier appareil de chauffage d'atelier, à l'eau chaude, d'après le système Perkins (médaille d'argent).

Pour l'introduction d'un nouvel agent moteur, naturel ou artificiel, autre que ceux employés jusqu'à ce jour (médaille d'or).

Pour un mémoire relatif aux différentes vitesses à donner aux pistons des machines à vapeur (médaille d'argent).

COMMERCE.

Pour un mémoire qui démontrerait par quelles mesures, législative, ou de toute autre nature, on pourrait améliorer la position de l'industrie cotonnière en France (médaille d'argent).

HISTOIRE NATURELLE ET AGRICULTURE.

Pour une description géognostique ou minéralogique d'une partie du département (médaille d'argent et médaille de bronze).

Pour encourager le forage de puits artésiens (médaille d'argent).

Pour avoir récolté 50 kilogr. de cocons de vers à soie dans le département (médaille d'argent).

Pour avoir récolté 10 kilogr. de cocons de vers à soie (quatre médailles de bronze).

Pour le meilleur projet de règlement d'irrigation pour le département du Haut-Rhin (médaille d'argent).

Pour plantation, dans le département, de 300 pieds de houblon (méd. d'argent).

Pour des reboisements dans les montagnes du Haut-Rhin (médaille d'argent et de bronze).

Pour des essais de reproduction de sangsues dans le Haut-Rhin (médaille d'or).

PRIX DIVERS.

Pour une amélioration importante dans une branche d'industrie du département (médaille de bronze).

Pour l'introduction d'une nouvelle industrie dans le Haut-Rhin, et pour un mémoire sur les industries à améliorer ou à introduire dans le département (médaille d'argent ou de bronze).

Pour le meilleur mémoire traitant de l'industrie du papier en France, et des moyens propres à remédier à son état précaire actuel (médaille d'or de 500 fr.).

ROUES A TYMPANS,

OU MACHINES A ÉLEVER L'EAU,

CONSTRUITES

Par M. CAVÉ, à Paris.

(PLANCHE 4.)



Les machines à élever l'eau sont de différents systèmes, et presque toutes datent déjà de plusieurs siècles. Lorsqu'il s'agit de puiser l'eau à une grande profondeur ou de la monter à une grande hauteur, on ne peut guère employer avec avantage que les pompes, pour travailler d'une manière continue et avec le moins de dépense de force possible. Quelquefois, cependant, on fait l'application de norias ou de chapelets verticaux ou inclinés. Mais dans les opérations accidentelles, comme dans les épuisements, où l'on n'a généralement à élever l'eau qu'à de faibles hauteurs, on emploie ordinairement soit des vis d'Archimède (1), soit des roues à godets, soit des roues à tympan; on a aussi appliqué avec succès un système de roue à palettes, renfermées dans un coursier circulaire; telle est la grande roue établie au port de Saint-Ouen, et dont nous avons parlé en décrivant la belle machine à vapeur qui la fait mouvoir (2). Toutes les personnes qui ont visité l'éta-

(1) On sait que les vis d'Archimède sont susceptibles d'applications bien différentes: ainsi, après avoir été employées comme machines à élever l'eau, en les plaçant sous des angles de 30 à 45°, on a cherché à s'en servir comme machines soufflantes, comme moteurs ou propulseurs de bateaux; on trouve à ce sujet dans le tome II des *Recréations mathématiques et physiques*, dont la plus nouvelle édition date de 1778, la description d'une de ces vis appliquée à faire mouvoir un tourne-broche, par l'ascension de l'air raréfié, et l'auteur termine en disant: « Il n'y a nul doute qu'on ne pût appliquer une pareille invention à des ouvrages utiles: on pourrait, par exemple, s'en servir à former des roues qui seraient toujours plongées sous l'eau, leur axe étant placé parallèlement au courant (voir les diverses dispositions d'hélices que nous avons représentées et décrites dans le 3e vol.); on pourrait même, pour donner à l'eau plus d'activité, renfermer cette roue hélicoïde dans un cylindre creux, où l'eau une fois entrée et poussée par le courant supérieur, agirait, je crois, avec beaucoup de force. »

« Si l'on redressait ce cylindre, en sorte qu'il reçût par son ouverture supérieure une chute d'eau, cette eau ferait tourner la roue et l'axe auquel elle serait attachée, et pourrait mener une roue de moulin ou quelque autre machine; tel est le principe du mouvement des roues du Basacles, *fameux moulin de Toulouse.* »

Il y a peu d'années, on a pris brevet pour des turbines à hélice de ce genre, dont une a été essayée à Saint-Maur.

(2) Voy. les 4e et 5e livraisons du 1er volume (2e édition) de ce recueil; cette roue est dessinée avec détails dans l'ouvrage de notre prédécesseur, M. Leblanc.

blissement hydraulique de Marly, ont vu que sur les côtés des roues à aubes on a appliqué des syphons qui élèvent à chaque tour une certaine quantité d'eau.

La roue à tympan est une machine dont les anciens faisaient un fréquent usage ; nous devons être étonnés qu'elle ne soit pas employée de notre temps, car elle est véritablement susceptible de donner de bons résultats, surtout construite et perfectionnée comme elle peut l'être aujourd'hui. On en distingue de deux espèces ; l'une, la plus simple et aussi la plus ancienne, est celle à palettes droites contournant au centre ; l'autre, qui est plus avantageuse, est à palettes courbes ou spirales. La première est formée de deux disques ou plateaux circulaires, réunis par une enveloppe cylindrique extérieure ; elle est divisée, intérieurement, en huit ou en un plus grand nombre de compartiments, par des cloisons placées dans la direction même des rayons ; la surface cylindrique est percée d'une ouverture pour chacun des compartiments, et tout le système est traversé par un gros arbre sur lequel sont pratiquées de larges entailles qui correspondent à ces mêmes compartiments. Lorsque cette machine est convenablement établie sur le bassin qui contient l'eau à puiser, et qu'on lui imprime un mouvement de rotation continu et très-lent, chaque orifice extérieur, en passant sous le niveau du bassin, y puise une certaine quantité d'eau, et va sortir par l'entaille correspondante de l'arbre.

« Au commencement du siècle dernier, dit M. D'Aubuisson dans son *Traité d'hydraulique*, Lafaye courba les cloisons suivant la développée du cercle du moyeu, et il supprima l'enveloppe convexe. L'ingénieur Perronet en a aussi fait sur ce second système. »

M. Cavé a été chargé, ces dernières années, de construire des roues de ce genre ; elles sont véritablement remarquables par leurs dimensions comme par le mode d'exécution ; au lieu d'être en bois comme on les avait faites jusqu'alors, elles sont entièrement en tôle et en fonte ; ainsi les aubes courbes sont formées de feuilles de tôle assemblées et rivées sur les cornières en fer ; et de même l'arbre est en fer forgé ou en fonte, et le mouvement de rotation leur est imprimé par une machine à vapeur. L'une de ces roues n'élève pas moins de 80,000 mètres cubes d'eau par vingt-quatre heures, avec une puissance de 25 à 30 chevaux ; elle est à deux spires seulement, et une autre est à quatre spires.

DESCRIPTION DES ROUES A TYMPAN EN MÉTAL,

REPRÉSENTÉES FIG. 1 A 4, PL. 4.

La première roue à tympan, représentée en coupe verticale perpendiculaire à l'axe (fig. 1) et en section transversale passant par l'axe (fig. 2), a été construite pour des épuisements à faire aux environs de Tours. Elle est à quatre courbes spirales A, A^1 A^2 et A^3, de mêmes formes et de mêmes dimen-

sions, déterminées d'après les développements d'un cercle qui est un peu plus petit que le diamètre même de l'arbre B qui les supporte. Chaque spire est composée de plusieurs feuilles de tôle de 3mm. 2 à 3mm. 4 d'épaisseur, rivées l'une à l'autre, en suivant la courbure donnée, et fermées sur les côtés par des feuilles semblables, aux angles desquelles sont des cornières en fer qui servent à les assembler entre elles et qui sont également rivées avec elles. Tout le système est monté sur un moyeu en fonte C, formant plateau d'un côté et ouvert de l'autre pour la sortie de l'eau amenée successivement par chacune des spires. Ce moyeu est fixé sur l'arbre B, qui reçoit son mouvement par une grande roue droite D, avec laquelle engrène un pignon E, monté sur l'arbre moteur de la machine à vapeur qui le commande.

Il est aisé de voir que chaque spire venant alternativement plonger dans le réservoir inférieur F, prend, comme une écope, une certaine quantité d'eau qui, à mesure que la roue tourne, roule dans l'intérieur des compartiments, en s'élevant naturellement jusque vers le centre où elle trouve une issue, et tombe alors dans le conduit G qui l'amène à la décharge. On comprend que la roue doit être placée de manière que l'extrémité ou l'embouchure des spires vienne très-près du fond du bassin, afin d'arriver à opérer l'épuisement le plus complétement possible; il en résulte que comme le niveau *m n* baisse au fur et à mesure que la machine travaille, la quantité d'eau élevée à chaque tour diminue proportionnellement.

Dans la seconde roue à tympan, représentée fig. 3 et 4, et qui n'est qu'à deux spires, A, A', M. Cavé a apporté une modification notable qui paraît très-importante pour les résultats; au lieu de donner à chaque aube la véritable forme de la spirale ou de la développante de cercle, il a rentré cette courbe, de manière à revenir sur elle-même, afin de présenter moins d'ouverture à l'entrée; ainsi la largeur *ab* de l'embouchure est sensiblement plus étroite que celle qui existe à l'intérieur; cette disposition, qui existe déjà en partie sur la première roue (fig. 1), est toute rationnelle, si l'on remarque que la sortie est nécessairement limitée, et qu'il convient par suite de ne pas avoir des entrées beaucoup trop considérables, afin que l'une puisse débiter l'eau amenée par l'autre. M. Cavé a tellement bien compris l'utilité d'une grande sortie, qu'il a cherché à ouvrir le centre sur les deux côtés de la roue. Ainsi son moyeu en fonte C, est formé d'un noyau cylindrique fixé sur l'arbre B, et terminé de chaque bout par quatre bras, qui laissent entre eux un vide; sur le bord de ces bras sont des cercles évasés en forme d'entonnoir H, par lesquels l'écoulement de l'eau a lieu.

Cette roue étant destinée par les ingénieurs des ponts et chaussées à effectuer des épuisements dans diverses localités, et par conséquent dans des bassins dont les niveaux sont très-variables, M. Cavé a dû la construire de manière à permettre de la monter et de la descendre à volonté, suivant la profondeur de ces réservoirs. Au lieu d'être établie sur une maçonnerie ou sur un bâtis fixe, elle est, au contraire, portée sur des pièces de charpente

I, que l'on peut enlever et replacer ailleurs. Mais alors, comme il n'est pas toujours possible que l'arbre de couche de la machine à vapeur se trouve exactement dans l'axe du pignon de commande E, qui engrène avec la roue D, il est utile d'appliquer un système de manchon à genouillère J, disposé comme les manchons de *Cardan*, mais avec de grandes dimensions, pour que les tourillons d'assemblage éprouvent le moins de fatigue possible.

Dans l'application qui est faite de cette roue à tympan, à Andresy, près de Poissy, M. Cavé a profité du moteur même d'une drague à vapeur qui sert habituellement au curage de la Seine, dans ces contrées, pour faire mouvoir la roue. Il commande alors l'arbre du pignon, non par le manchon d'accouplement, mais par un tambour à gorge K, sur lequel passe une forte corde de 5 à 6 centimèt. de diamètre, et qui fait plusieurs tours sur sa circonférence; cette corde embrasse de même un tambour semblable monté sur l'arbre de la machine à vapeur, et étant fortement tendue elle transmet ainsi à l'axe de la roue un effort qui s'élève quelquefois à 30 chevaux.

TRAVAIL DES ROUES A TYMPAN.

Lorsqu'on connaît le niveau *m n* de l'eau que l'on veut épuiser dans le réservoir, et la profondeur *cd* dont la roue plonge dans celui-ci, puis les dimensions et la vitesse avec laquelle elle marche, on peut calculer très-approximativement la quantité d'eau qu'une telle roue est capable d'enlever dans un temps donné, en marchant d'une manière continue et régulière.

Le diamètre de la roue (fig. 3), est de 7 mètres environ, ce qui correspond à une circonférence de $7 \times 3{,}14 = 21^{m}\,98$. En pleine activité, sa vitesse angulaire est habituellement de 10 à 12 révolutions par minute, par conséquent sa vitesse à la circonférence, en admettant 10 tours seulement, est de

$$10 \times 21{,}98 = 219^{m}\,80 \text{ par } 1'$$

$$\text{ou } \frac{219{,}80}{60} = 3^{m}\,663 \text{ par } 1''.$$

Or, supposons que la roue plonge dans l'eau de $cd = 1$ mètre, comme elle a 1 mètre de largeur et $0^{mc}75$ de distance *ab* de l'extrémité de l'aube à la courbe la plus voisine, la section est réellement de $0^{m}\,75$, par conséquent en marchant à la vitese de $3^{m}663$, la quantité d'eau maximum qu'elle prendrait, en tournant dans le bassin, serait de

$$3{,}663 \times 0.75 = 2^{m.c.}74$$
$$\text{ou de } 3^{m}663 \times 1 = 3^{m.c.}663.$$

si elle agissait constamment sur une profondeur de 1 mètre, avec la même ouverture de 1 mètre.

Mais il est évident que, en tournant dans le sens indiqué par les flèches, elle commence seulement à puiser une très-faible quantité d'abord, au

moment où l'embouchure entre dans le réservoir, puis cette quantité augmente au fur et à mesure qu'elle descend, de sorte qu'on ne peut réellement avoir au maximum, à chaque révolution et pour chaque spire, que la quantité d'eau mesurée par le volume correspondant à la surface du segment de cercle $m\,d\,n$, multipliée par la largeur de la roue.

$$\text{Si } cd = 1^{m}, \text{ on a } Bc = 2^{m}\,50,$$

$$\text{et comme } Bn = 3^{m}\,50, \text{ on en déduit } cn = 2^{m}\,45,$$

$$\text{car } cn = \sqrt{Bn^2 - Bc^2};$$

$$\text{donc } mn = 2 \times 2.45 = 4^{m}\,90.$$

Or, la surface d'un segment de cercle est égale à la surface du secteur B $m\,d\,n$, diminuée de celle du triangle B $m\,n$, et comme d'un côté l'aire d'un secteur S est égale à la moitié du rayon du cercle, multiplié par le développement de l'arc qui limite ce secteur, on a

$$S = mdn \times \frac{Bn}{2}$$

$$\text{ou } S = 4{,}65 \times \frac{3.50}{2} = 8^{m}\,1375,$$

et, d'un autre côté, l'aire d'un triangle S′ est égale au produit de sa base par la moitié de sa hauteur, on a aussi

$$S' = mn \times \frac{Bc}{2}$$

$$\text{ou } S' = 4.90 \times \frac{2.50}{2} = 6.125\,;$$

$$\text{donc la surface du segment } mdnc = 8.1375 - 6.125 = 2^{m.q.}\,0125.$$

Ainsi la quantité d'eau puisée par révolution, par chaque aube, est d'environ 2 mètres cubes. Et comme la roue porte deux spires, on voit que le volume d'eau maximum qu'elle peut fournir par minute en plongeant d'un mètre, est de

$$2 \times 10 \times 2 = 40 \text{ mètres cubes},$$

$$\text{soit } 140 \times 60 = 2400^{m.c.} \text{ par heure.}$$

Mais au lieu de plonger d'un mètre seulement, elle plonge souvent plus, par exemple, de $1^{m}\,20$ à $1^{m}\,30$, par conséquent le volume d'eau, dans ce cas, augmente nécessairement.

Avec des vitesses de 10 à 12 révolutions par minute, M. Cavé nous a dé-

claré avoir souvent élevé jusqu'à 80,000 mètres cubes par 24 heures, ce qui correspond à un travail de

$$\frac{80.000}{24} = 3333^{mc.} \text{ par heure,}$$

Avec une force moyenne de 30 chevaux-vapeur, la hauteur à laquelle l'eau est élevée est moyennement de 2 mètres environ.

L'auteur dont nous avons parlé plus haut, M. Perronet, a employé une roue à tympan à palettes courbes, ayant 5^m 85 de diamètre extérieur et portant 24 cloisons, et qui élevait les eaux à 2^m 60; lorsque cette roue plongeait dans l'eau de 0^m 24, 12 hommes, appliqués à une roue à chevilles, établie sur le même arbre, lui faisaient faire 2 1/2 tours par 1′ et élevaient 123 mètres cubes d'eau par heure.

M. Cavé établit de telles roues entièrement en fer, fonte et tôle, à raison de 1 franc le kilogramme.

PROCÉDÉ POUR RÉDUIRE LE BOIS EN PATE, ET LE RENDRE AINSI PROPRE A LA FABRICATION DU PAPIER,

PAR M. VOELTER, FABRICANT A HEIDENHEIM.

Ce procédé consiste en une meule cylindrique qui peut avoir un plus ou moins grand diamètre, comme aussi différentes largeurs; on lui donne 1 mètre environ de diamètre extérieur et 35 à 40 centimètres de large; on lui imprime une vitesse de rotation de 100 à 120 tours par minute. Sa surface inférieure plonge dans l'eau renfermée dans la caisse de l'appareil. Les morceaux de bois que l'on veut réduire, sont contenus dans une pièce de fonte qui tend constamment à les faire appuyer contre la surface de la meule, au moyen de contre-poids suspendus à l'extrémité des bras qui la terminent.

On comprend sans peine que ce système peut subir diverses modifications dans sa construction; l'important est de faire embrasser une grande portion de la circonférence de la meule, par un certain nombre de morceaux de bois, forcés de s'appuyer également sur toute sa largeur.

Au lieu de charger le balancier ou les supports qui portent ces bois, on pourrait évidemment les faire appuyer contre la meule par des ressorts, ou bien encore les faire avancer proportionnellement à l'usure, par un mécanisme mobile, marchant comme un support à chariot.

Les bois doivent être, autant que possible, choisis sans nœuds, afin de s'effiler bien également. On peut employer indifféremment de l'eau chaude ou de l'eau froide.

Cette pâte ou cette bouillie est mélangée soit avec 1/3, soit avec 1/2 ou avec 3/4 de chiffons, pour servir ainsi à la fabrication du papier. On conçoit que la proportion entre la pâte de bois et la pâte de chiffons peut varier suivant la nature, ou le genre de papier que l'on se propose de fabriquer pour le commerce.

ROUES HYDRAULIQUES DE COTÉ,

A

PALETTES DROITES PROLONGÉES ET A COURSIER CIRCULAIRE

PAR

MM. CARTIER et ARMENGAUD aîné,

A PARIS.

(PLANCHE 4).



En publiant dans le premier volume de ce Recueil un système de roue hydraulique de côté à aubes planes et à coursier circulaire, nous avons donné des tables pour calculer les dépenses d'eau, et des règles pratiques simples, pour l'établissement de ces roues dans les meilleures circonstances. Nous sommes bien aise de faire voir que ces dernières sont susceptibles d'être modifiées dans certains cas, et que dans le mode de construction surtout, elles peuvent être très-différentes, soit parce qu'elles seront entièrement en bois, soit parce qu'on voudra les faire complétement en métal, ou bien partie en métal et partie en bois.

Dans le système que nous avons fait connaître avec détails (tom. 1er), on a vu que toutes les parties principales, à l'exception des tourteaux, étaient en bois; ainsi les bras, les couronnes, l'arbre et les coyaux, sont en chêne, et les aubes et contre-aubes sont en orme.

Les deux roues représentées sur les fig. 5 et 6 de la planche 4e et sur les fig. 9 et 10, diffèrent sensiblement de la première, en ce que, d'une part, dans l'une on n'a que les aubes, l'arbre et les coyaux en bois, et dans l'autre, les aubes seulement, et que, d'un autre côté, dans chacune d'elles, on a supprimé tout à fait les contre-aubes, mais l'on a prolongé sensiblement les aubes vers le centre même des roues.

Toutes les fois que, comme nous l'avons fait voir, on n'arrive pas à des dimensions exagérées, et qu'on peut admettre sans inconvénient de faire dépenser l'eau sur les roues de côté par des orifices en déversoir qui ne dépassent pas 24 à 28 centimètres de hauteur, on se trouve dans de très-bonnes conditions, par conséquent on doit suivre le modèle que nous avons donné pour l'établissement de ce genre de moteur; mais lorsque les dépenses sont considérables, ou bien lorsqu'on est limité pour la largeur de la

roue, il faut, de toute nécessité, admettre des lames d'eau plus fortes, des orifices qui dépassent 30 centimètres de hauteur, et alors on doit nécessairement donner plus de profondeur aux aubes, et en même temps plus d'écartement. Il faut, de plus, supprimer entièrement les contre-aubes pour ne pas éprouver de réaction, de secousses, ni de pression latérale contre l'arbre. C'est ainsi qu'on est amené à avoir une disposition de roue à palettes analogue à celle des fig. 5 à 9, disposition que nous conseillons d'adopter dans un grand nombre de cas (1).

ROUE EN FONTE ET EN BOIS DE M. PINET. — La roue indiquée, fig. 5, a été construite pour faire marcher un moulin de 4 paires de meules, appartenant à M. Pinet, près de Chalon-sur-Saône; la chute sur laquelle elle est établie est variable depuis 1 mètre jusqu'à 1m 60: dans le cas où la hauteur est très-basse, la quantité d'eau disponible est considérable, mais elle est de beaucoup diminuée quand la hauteur est plus grande. Il a donc fallu faire un vannage qui permît de dépenser une très-forte épaisseur de lame d'eau; il en résulte que le col de cygne en fonte A, qui forme, comme on le sait, la tête du coursier, est placé à plus de 80 centimètres au-dessous du niveau supérieur de l'eau; et que la vanne plongeante en bois B est très-prolongée, pour permettre de fermer sur toute cette hauteur et descendre suffisamment dans le fond. Elle se manœuvre, au reste, comme habituellement, au moyen de deux crémaillères *a* et de deux pignons *b*, montés sur le même axe, porté par des paliers assis sur le chapeau de vanne C.

L'arbre D de la roue est en fonte, creux dans toute sa longueur; son corps est rond, renflé vers le milieu, et renforcé par 4 fortes nervures, qui sont encore augmentées de saillies à l'endroit où il doit recevoir les tourteaux ou les croisillons E, qui reçoivent les aubes. Les tourillons qui terminent cet arbre sont reçus dans des coussinets de bronze, ajustés dans les paliers F (fig. 6); ils ont 0m 13 de diamètre extérieur sur 0m 15 de longueur; nous croyons qu'il eût été bien plus convenable de leur donner une plus

(1) Nous avons été témoin d'une circonstance bien fâcheuse pour le constructeur d'une roue de côté destinée à faire marcher plusieurs piles à papier ou machines à broyer les chiffons, telles que celles que nous avons publiées tome IVe. Il s'était trompé sur la largeur à donner à cette roue, qui pour dépenser le volume d'eau nécessaire à faire mouvoir les piles, exigeait une capacité plus grande, et qui était malheureusement limitée, d'une part, par des contre-aubes ou fonçures, et de l'autre, par la largeur du coursier comprise entre les deux murs latéraux, lesquels servaient justement de soutien au bâtiment; l'élargissement de la roue était donc impossible, à moins de démolir ces murs et par suite une grande partie du bâtiment; le plus simple était évidemment de supprimer les contre-aubes, et de prolonger les aubes vers le centre pour augmenter la capacité et admettre une plus forte épaisseur de lame d'eau. Sans doute ce ne pouvait être aussi convenable que d'avoir une roue plus large, mais au moins, comme l'eau ne manquait pas à cette usine, c'était le moyen de la dépenser, et d'en tirer le meilleur parti, avec le moins de frais, le moins de désavantage possible. Quoi qu'il en soit, cette modification n'a pas été faite; le constructeur, condamné par arbitres à refaire une roue d'une capacité suffisante, a préféré aller devant les tribunaux et a eu la mauvaise chance de gagner en première instance; de là appel en Cour royale, où il a perdu complétement, et par suite obligation de payer des dommages et intérêts, qui avec les frais et à cause du chômage énorme qui a eu lieu pendant près de deux années, se sont élevés au delà de la valeur totale de l'usine qu'il avait montée, c'est-à-dire à plus de 30 mille francs.

grande longueur, de les faire le double, par exemple, du diamètre ; quoique, dans le cas actuel, la roue n'étant pas très-lourde, ce ne soit pas indispensable. En général, nous l'avons dit, et nous ne craignons pas de le répéter, il est bon de donner aux tourillons de roues hydrauliques, comme aux arbres de transmission de mouvement susceptibles de transmettre des efforts plus ou moins considérables, des longueurs sensiblement plus grandes qu'on n'a osé le faire jusqu'ici ; comme nous l'avons démontré, en traitant des roues à augets (tome II), et en montrant les règles pratiques nécessaires pour déterminer le diamètre des tourillons des arbres, et le frottement de ces tourillons dans leurs coussinets, ce frottement n'est pas en raison de la largeur de ceux-ci, mais bien du diamètre et de la vitesse ; si, donc, on augmente la longueur du tourillon, on a l'avantage de diminuer notablement l'usure ; la charge se répartit sur une plus grande étendue ; chaque point de la surface fatigue moins, ayant moins à supporter. Bien des constructeurs comprennent cela aujourd'hui, et ne craignent pas de faire la longueur des tourillons égale à deux fois et deux fois et demie leur diamètre ; ainsi, dans ses transmissions de mouvement, qui sont bien entendues, nous verrons que M. Decoster donne généralement aux coussinets de ses arbres de couche, une longueur de deux fois et demie plus grande que le diamètre.

Comme la roue est étroite, (elle n'a que 2m 50 de large), il a suffi de faire porter ses aubes par deux couronnes que les constructeurs ont fait fondre d'une seule pièce avec les croisillons E, qui sont à huit bras. Pour rendre ces couronnes aussi légères que possible, ils ont eu le soin de ménager des évidements dans les intervalles qui existent entre les coyaux G, comme l'indique le détail fig. 7. A l'endroit des coyaux, elles forment des espèces de boîtes rectangulaires, dans lesquelles ceux-ci sont ajustés avec soin et chassés de force, puis retenus en dedans par des coins ou des clavettes en bois *c*, qui n'ont pas moins de 10 centimètres de largeur dans le sens des rayons.

M. Chapelle, qui a aussi construit plusieurs roues de côté, fonctionnant très-bien, soit pour des filatures ou papeteries, soit pour des poudreries du gouvernement, a préféré mettre les coyaux par côté, comme le montre le détail fig. 8, et les serrer par une clavette latérale *d;* cette disposition paraît, en effet, bien rationnelle, en ce qu'elle facilite considérablement l'ajustement du coyau qui est un peu à queue d'hyronde ; et le serrage de la clavette ayant lieu sur la longueur, suivant le rayon du cercle de la roue, on est bien plus certain d'éviter le jeu. Nous regardons donc ce mode de construction comme très-avantageux, surtout lorsque les coyaux ne doivent pas être prolongés en dedans des couronnes.

Comme dans la roue de M. Pinet, les aubes H sont très-profondes, il était indispensable de les prolonger à l'intérieur, afin qu'elles fussent portées en dedans comme en dehors des couronnes, sans quoi elles n'auraient pas présenté la solidité nécessaire, lors même qu'on les aurait reliées par des

cercles de fer à l'extérieur; les coyaux sont aussi évidemment prolongés de même, devant avoir pour largeur la largeur même des aubes, c'est-à-dire 1m 30. Ces coyaux sont en chêne et portent, près des couronnes, 11 centimètres de largeur sur 8 centimètres d'épaisseur. Les aubes sont aussi en chêne, composées chacune de 4 planches de 0m 325 de largeur sur 2m 50 de longueur, et de 3 centimètres d'épaisseur, boulonnées sur les coyaux.

Cette roue ne fait que quatre révolutions par minute; elle transmet son mouvement au moulin par une couronne dentée en fonte I, disposée comme celle appliquée sur la roue à augets, représentée dans les dernières livraisons du 2e volume de ce recueil, c'est-à-dire formée de plusieurs parties assemblées et réunies entre elles par des boulons, puis assujéties contre l'un des croisillons de fonte E. Mais, afin de laisser l'espace nécessaire pour le passage du pignon J, qui est commandé par cette roue, pour qu'il ne rencontre pas, dans le mouvement de rotation, les nervûres des bras de ce croisillon, et pour ne pas être gêné par son moyeu, on a dû interposer une couronne de bois *e*, fig. 6, qui sert de cale circulaire, existant sur toute la circonférence, et serrée avec le croisillon et la couronne dentée par les mêmes boulons.

Depuis que cette usine est montée, marchant constamment, aucune partie de cette roue n'a bougé; elle n'a exigé aucune réparation, malgré les fortes charges d'eau qu'elle reçoit, particulièrement en hiver; la grande profondeur donnée aux aubes, et le peu de vitesse de la roue, lui permettent de marcher, étant noyée, souvent de 70 à 80 centimètres dans l'eau inférieure.

ROUE EN FER ET FONTE DE M. RATTIER. — La roue représentée, fig. 9 et 10, a été établie par les mêmes ingénieurs pour M. Rattier, propriétaire à Alençon, et destinée aussi à un moulin à blé de quatre paires de meules. Elle diffère de la précédente, en ce que les aubes seulement, qui sont également très-profondes, sont en bois, ainsi que l'arbre; mais les bras, les cercles et les coyaux, sont en fer, et les moyeux ou tourteaux en fonte. Le vannage est aussi différent; il est composé de deux vannes, l'une inférieure B, qui descend jusqu'à la tête du coursier ou du col de cygne en fonte A, et l'autre supérieure B′, qui s'élève au-dessus du niveau de l'eau. Cette disposition permet de dépenser l'eau, tantôt en déversoir, et tantôt par pression; dans le premier cas, lorsque le volume disponible est peu considérable, et dans le second cas, au contraire, lorsque le volume d'eau est très-grand; comme les variations sont très-nombreuses et très-sensibles, on a pensé qu'il serait convenable d'établir ainsi une double vanne, qui remplit bien, en effet, les conditions voulues à cet égard. Elles sont soutenues chacune séparément, la première par des crémaillères *a* et des pignons *b*, et la seconde par des crémaillères, plus courtes, *a′*, et d'autres pignons *b′*, placés en sens opposé.

Pour peu qu'on examine le dessin, on voit que ce genre de construction de roue a de l'analogie avec celui qui est adopté pour un grand nombre de

roues de bateaux à vapeur; à l'exception que dans celles-ci les arbres sont toujours en fer corroyé, à cause des chocs qu'elles éprouvent dans les courants qu'elles traversent. Dans la roue de M. Rattier, l'arbre est en bois de 58 à 60 centimètres d'équarrissage et coupé à 8 pans; il est construit comme celui de la roue de Corbeil, que nous avons décrite au commencement du 1er volume, et porte à son extrémité la roue dentée en fonte I, qui y est assujétie, de même, par des vis de pression, que l'on fait appuyer sur des cales en fer *e* incrustées dans le bois (fig. 10).

Les tourteaux ou moyeux en fonte E, qui sont rapportés ou calés sur l'arbre, sont à nervures et disposés pour recevoir chacun 15 bras en fer méplat G, qui remplacent les croisillons et servent de coyaux à la moitié des aubes de la roue. Ces bras sont reliés entre eux par deux cercles *d* également en fer méplat, de même épaisseur, et vers leur milieu, à la circonférence extérieure, par deux cercles semblables mais plus grands *d'*. Les aubes en bois H y sont fixées au moyen de boulons à crochets *c* dont la fig. 11 montre bien la forme; leur tête recourbée s'engage derrière le bras, et leur écrou, accompagné d'une rondelle, s'applique sur le bois. Comme la roue porte 30 aubes, les 15 autres sont attachées à des coyaux ou à des bras plus courts G', qui n'existent qu'entre les deux cercles, sur lesquels ils sont boulonnés.

Il résulte de ce mode de construction, qui paraît suivi dans plusieurs localités, que la roue est d'une grande légèreté, comparativement à son volume, et qu'elle présente cependant toute la solidité désirable. La plus grande partie étant en métal, est bien moins susceptible de se déranger; et lorsque tout est bien entendu, bien étudié, l'exécution et le montage en sont très-simples, très-économiques; il suffit de choisir du fer plat, d'échantillon de 15 à 20 millimètres d'épaisseur sur 53 à 60 millimètres de largeur, de le couper de longueur, dans les bras et les coyaux, d'y percer les trous pour le passage des boulons qui les fixent aux moyeux ou aux cercles, et de cintrer ceux-ci; le boulonnage est aussi très-simple et peut se faire rapidement.

Une telle roue peut aisément se faire à raison de 1f à 1f 10c le kilogr. Celle de M. Rattier, construite dans les ateliers de M. Pihet, n'est pas même revenue à 1f; son poids total, comprenant les tourteaux en fonte, les bras et les coyaux en fer, ainsi que les cercles et les boulons, ne s'élève pas à plus de 3,270 kilog.

Nous croyons qu'il ne sera pas sans quelque intérêt pour plusieurs de nos lecteurs de lire la note suivante, relative à des expériences faites sur une roue de côté établie au moulin de Dugny, près Paris, par MM. Cartier et Armengaud aîné, et qui a donné lieu à des expériences suivies, faites par des ingénieurs connus, MM. Rudler, Antiq et de Caligny, et en présence de M. Garnier, inspecteur divisionnaire des mines, et de plusieurs autres personnes.

Nous devons dire, pour édifier nos souscripteurs, que ces expériences

ont été engagées au sujet de ce que le propriétaire, à l'instigation d'un charpentier des environs de Paris, qui se dit mécanicien constructeur de moulins, prétendait que cette roue ne rendait pas tout l'effet utile qu'elle devait produire (le charpentier expert lui ayant assuré qu'on pouvait faire rendre à une telle roue 50 p. °/₀ de plus, et se chargeant de la remplacer en produisant ce résultat). Si on veut bien remarquer que la roue de Dugny, construite sur le même modèle que la roue de Corbeil, a donné, d'après les expériences, un effet utile de 75 à 78 p. °/₀, on ne sera pas peu étonné de voir encore à notre époque de prétendus perfectionneurs, qui, sous prétexte d'être plus habiles que d'autres, ne craignent pas d'avancer des absurdités, et au besoin de s'engager à faire en détruisant ce qui existe (sauf à se retirer, il est vrai, s'ils ne réussissent pas). Comprend-on, par exemple, que si le propriétaire, comme cela a été sur le point de se faire à Dugny, avait laissé détruire la roue, pour en faire établir une autre par l'habile charpentier, celui-ci lui aurait donné un moteur bien plus avantageux, capable de produire 75 p. °/₀ + 50 p. °/₀, soit 125 p. °/₀?

Il faut le dire, malheureusement on est jugé quelquefois encore (mais plus rarement cependant) par des experts de cette force, qui ne cherchent évidemment qu'à blesser le constructeur et à lui nuire. De là viennent des procès injustes, qui sont aussi déplorables pour le propriétaire que pour le mécanicien.

Voici la note publiée dans le Bulletin de l'Académie des Sciences :

NOTE SUR L'EFFET UTILE D'UNE ROUE DE COTÉ,

A PALETTES PLONGEANTES,

SELON LE SYSTÈME DE MM. CORIOLIS ET BELLANGER,

Présentée en 1845 à l'Académie des Sciences, par M. DE CALIGNY.

— — —

« Il y a peu de temps encore, loin de regarder comme utile de faire plonger, en partie, dans le bief inférieur les aubes des roues de côté, on les disposait au-dessus d'un ressaut. MM. Coriolis et Bellanger soutenaient que c'était une faute, et leurs idées sur ce sujet, commencent à se répandre. Je crois donc faire une chose utile, du moins pour les étrangers, en publiant les résultats principaux d'une expérience sur cette disposition à laquelle j'ai concouru l'année dernière. »

« M. Rudler, ingénieur de la manufacture royale des tabacs, appelé à examiner la roue du moulin établie à Dugny par M. Cartier, me fit l'honneur de me convoquer, le 16 juin 1844, avec M. Le Verrier, répétiteur à l'École Polytechnique, et M. Antiq, ingénieur mécanicien, pour faire au frein de nouvelles expériences.

Cette roue a 4m68 de diamètre extérieur, et 3m 60 de large ; ses aubes, au nombre de quarante, ont 0m 56 de profondeur, c'est-à-dire qu'elles sont planes dans le prolongement du rayon sur une longueur de 0m 43, le reste étant formé par l'hypoténuse d'un triangle rectangle de 0m 19 environ. Elle est emboîtée le plus haut possible dans un coursier circulaire en pierre de taille ; la vanne en déversoir introduit l'eau sur les aubes, dont le mouvement produit en quelque sorte la première dénivellation. Le fond courbe de la roue étant recouvert de planches, à l'exception d'une fente horizontale, de 0m06 environ, pour le dégagement de l'air sous chaque aube, sa vitesse ne paraît pas influer bien sensiblement sur le débit de la vanne déversoir. Les aubes plongeaient dans le bief inférieur, à une profondeur de 0m 30. La chute, vérifiée de nouveau au moment de l'expérience, était de 1m 33 ; l'axe de la roue, à 0m 71 au-dessus du niveau supérieur de la rivière. La vitesse normale de l'usine exigeait que l'extrémité des palettes parcourût environ 1m 06 par seconde. Pour cette vitesse, la disposition de la prise d'eau n'a d'ailleurs que peu d'importance.

Il est nécessaire d'entrer dans quelques détails sur le mode de jaugeage, parce que c'est le point délicat de ces sortes d'expériences. La vanne dont nous avons fait usage, avait déjà servi à M. Rudler pour jauger la rivière en présence de M. l'inspecteur général des mines Garnier, de MM. Antiq et Cartier. C'est une vanne de décharge parallèle à la rivière, et disposée assez loin de la roue en amont dans le mur latéral qui en soutient les eaux. Un canal additionnel est disposé comme à l'ordinaire, en aval de cette vanne, disposée elle-même un peu en aval d'un ressaut de 0m 19 de hauteur, formé avec ce canal par le fond de la rivière. Ce canal se recourbait brusquement à une distance notablement moindre que le double de la largeur de la vanne ; de sorte qu'il se formait un remous fort élevé qui refluait toujours au moins à la hauteur du ressaut, et recouvrait souvent la veine liquide. La rivière était assez large par rapport à cette vanne, pour que sa vitesse fût négligeable quant à son effet, dans la formule du débit. A une époque où ce débit était bien plus grand, M. Rudler avait trouvé que le maximum de la vitesse uniforme du fil de l'eau, était de 0m 358 par seconde. Nous avons pensé que le remous dont j'ai parlé était plus que suffisant pour compenser l'effet dont il s'agit, dans un genre de calcul ayant pour but de ne point estimer trop bas le débit de la rivière, afin de ne pas se faire illusion sur l'effet utile de la roue.

La vanne étant levée à une hauteur de 0m 376, l'eau se tenait bien horizontale en amont ; elle rasait le sommet horizontal du mur latéral dont j'ai parlé, de sorte qu'elle débitait toute l'eau de la rivière pendant la durée assez longue de ce jaugeage.

Le ressaut étant un peu en amont de la vanne, à cause des montants de celle-ci, M. Rudler, pour ne rien négliger, a mesuré directement la distance un peu oblique entre l'arête du ressaut et celle de la vanne, qui s'est trouvée être de 0m 207. La largeur de l'orifice étant de 1m 26, l'eau se tenant en amont au-dessus du ressaut, à une hauteur constante de 0m 615, on a trouvé au moyen des formules connues et des coefficients fournis par les expériences de MM. Poncelet et Lesbros, que le débit était sensiblement de 494 litres par seconde, donnant pour la chute une force de 8.76, chevaux théoriqnes, ou de 657 dynamies par seconde.

Immédiatement après avoir fermé cette vanne de décharge, nous avons déterminé l'ouverture de la vanne déversoir de la roue qui débitait aussi précisément toute l'eau de la rivière, dont la surface continuait à raser le sommet horizontal du même

mur, la roue elle-même ayant sa vitesse ordinaire. Le frein était monté d'avance, pour que l'on ne perdît pas de temps, et nous l'avons immédiatement appliqué, non sur l'arbre même de la roue, ce qui n'était pas possible, ni même sur un second arbre horizontal, mais sur un troisième arbre vertical. Pendant toute la durée des expériences au frein, deux d'entre nous allaient successivement vérifier que l'eau ne versait jamais au-dessus du même mur horizontal ; de sorte que, s'il y avait eu quelque différence, d'ailleurs insignifiante, dans le débit de la rivière, ce serait plutôt au désavantage de l'effet utile, comme le confirme la marche des expériences dont l'effet utile va toujours en diminuant ; ce que nous nous sommes contentés d'attribuer à de légères augmentations graduelles dans la vitesse de la roue, vitesse, bien entendu, uniforme pour chaque expérience.

Pendant toute la durée de nos opérations, un des meuniers en amont avait retenu une partie des eaux. Cette circonstance que nous avons bien fait constater, tendait à diminuer le rendement de la roue, construite pour faire fonctionner ordinairement trois paires de meules, au moins, avec leurs accessoires, et qui n'en pouvait, par suite, faire fonctionner que deux, bien que les résistances passives fussent en partie constantes.

L'effet utile moyen de nos quinze expériences, disponibles sur le troisième axe, est de 0^m 7876 ; il n'était que d'environ 0^m 77 pour les neuf dernières, la roue marchant moyennement à sa vitesse normale ; c'est le chiffre pratique dont nous avons tenu compte ; mais pour les six premières, il s'est élevé moyennement à 0^m 817 environ, et si l'on prend l'effet maximum de 7.31 chevaux, on trouve 0^m 834. Il faudrait ajouter à l'effet utile, le frottement dépensé par les deux paires de roues d'engrenages, pour connaître réellement la force disponible sur l'axe de la roue, afin de pouvoir en comparer le système à celui des autres moteurs, ce qui élèverait sans doute le rendement maximum à près de 0^m 90. Nous ne sommes point encore entrés dans ces détails ; mais, au fond, ils seraient d'autant plus utiles que le troisième arbre, dont le nombre de tours par minute n'a varié qu'entre 26 et 32, marchait beaucoup plus vite que celui de la roue, dont la vitesse normale ne donnait lieu qu'à 4.32 tours par minute.

Le maximum d'effet correspondait à 27 tours de l'arbre vertical : pour 26.50, on n'avait que 7.18, chevaux, et que 7.05 pour 26 tours par minute de ce même arbre ; pour 29 tours, on n'avait plus que 6.96, chevaux, et en définitive, pour 32 tours, que 6.58, chevaux. M. Rudler a déjà soumis le tableau de ces expériences à M. Morin, en octobre 1844.

Les accidents qui avaient nécessité les réparations, sont communs à tous les systèmes de roue de côté : avec le temps, les paliers de la roue avaient tassé d'environ 0^m 01 ; par suite, les palettes s'étaient usées dans le fond du coursier, et ne touchaient plus au col de cygne ; il s'était déclaré quelques fuites dans ce coursier, qui présentait en outre des saillies, etc., etc.

En résumé, les roues de côté, avec le perfectionnement qui leur a été apporté par MM. [illegible] et [illegible], donnent un effet utile tel qu'il paraît difficile de dépasser dans la pratique, en supposant même que nous eussions commis quelque erreur, et en tenant compte de ce que cette roue venait d'être réparée : elles jouissent à un haut degré de l'avantage de pouvoir dépenser des quantités d'eau très variables. Conserver cet avantage en y joignant celui de pouvoir les faire marcher, plongées à de plus grandes profondeurs, et, au besoin, avec de plus grandes vitesses, tel est le but que je me suis proposé. Je présenterai dans peu une solution de ce problème.

TABLE DES EXPÉRIENCES AU FREIN,

FAITES SUR LA ROUE DE DUGNY, LE 16 JUIN 1844.

NUMÉROS des EXPÉRIENCES.	NOMBRE DE TOURS de l'axe vertical par minute.	CHEMIN VERTICAL du poids par minute.	POIDS du PLATEAU.	DYNAMIES par MINUTE.	CHEVAUX EFFECTIFS.
1	26,50	8,62	62,50	538,75	7,18
2	27	8,78	62,50	548,75	7,31
3	26	8,46	62,50	528,75	7,05
4	26,50	8,62	62,50	538,75	7,18
5	26,50	8,62	62,50	538,75	7,18
6	26	8,46	62,50	528,75	7,05
7	29	9,44	54,50	514,48	6,86
8	29	9,44	54,50	514,48	6,86
9	30	9,76	52,50	512,40	6,83
10	30	9,76	52,50	512,40	6,83
11	30,50	9,92	50,50	500,96	6,68
12	31	10,09	49,50	499,45	6,65
13	31,80	10,35	49,50	512 32	6,77
14	32	10,41	47,50	494,47	6,59
15	32	10,41	47,50	494,47	6,59

NOTE SUR UNE ROUE A AUBES

EMBOITÉES DANS UN COURSIER ANNULAIRE POUR LE PASSAGE DES BRAS,

PAR M. MARY.

Forcé, par les besoins du service dont je suis chargé, d'aviser au moyen d'établir une distribution d'eau dans les parties hautes des quartiers de Chaillot et du Roule, j'ai été conduit, par les circonstances dans lesquelles je me trouvais, à imaginer un système de roue non encore essayé jusqu'ici, et dont les résultats m'ont paru dignes d'être signalés à l'Académie des Sciences, seul juge compétent de ces sortes de questions.

Description. — La roue, construite aux bassins de Chaillot, est montée sur un axe horizontal ; elle est formée de six palettes elliptiques, adaptées à la circonférence d'un cylindre de 0^{m} 12 de longueur, et de 2^{m} 28 de rayon, accompagné de deux disques annulaire plans de 0^{m} 30 de largeur, perpendiculaires à l'axe, et fixés au moyeu par six bras renforcés de nervures et masqués par des feuilles de tôle. Pour séparer les eaux d'amont de celles d'aval, deux plaques en fonte, noyées en partie dans la maçonnerie, viennent s'appuyer sur les disques dont il a été question, et forment, dans leur partie inférieure, les lèvres d'un coursier annulaire en ciment romain calibré avec les palettes elles-mêmes qui s'y emboîtent ainsi très-exactement. Ce coursier

se prolonge au delà du plan vertical mené par l'axe de la zone, d'une longueur à peu près égale à l'intervalle entre deux aubes; du côté d'amont, il s'évase en entonnoir pour faciliter l'entrée de l'eau qui en couvre ainsi l'orifice, et y pénètre comme elle ferait dans une conduite placée au fond d'un réservoir. Il résulte de cette disposition que l'eau de la retenue agit sur les palettes, comme elle agirait sur le piston d'un cylindre.

« Pour diminuer la résistance de l'eau sur les aubes ou palettes, elles sont taillées en forme de proue par dessous, et en forme de poupe par dessus.

« La roue ne perd à peu près rien de son effet utile, pour une même chute, quand l'eau s'élève, en amont, jusqu'au point de surmonter le petit cylindre au delà duquel sont placées les aubes.

« Pour que cette roue jouisse des avantages qui lui sont propres, il faut que sa vitesse n'excède pas 1ᵐ30 par seconde. »

ESSAI AU FREIN. — La roue qui vient d'être décrite, essayé au frein, a donné 0.825, 0.75, 0.824, 0.85 pour 100 : ces rendements, même le plus faible, atteignent ou dépassent les rendements les plus forts des meilleures roues connues. Je n'ose pas affirmer que ces résultats sont irréprochables, bien que les expériences aient été faites sous les yeux de M. Bellanger, professeur d'hydraulique à l'école des Ponts-et-Chaussées, et de quelques autres habiles ingenieurs, et que je ne me sois pas fié à mes propres calculs pour déterminer l'effet utile. C'est ce qui me fait vivement désirer que l'Académie des Sciences veuille bien nommer une commission pour constater ce rendement d'une manière authentique.

EAU DE SAVON POUR LUBRIFIER LES PIVOTS ET TOURILLONS DES ARBRES,

PAR M. DIEUDONNÉ.

Il y a peu de temps un constructeur américain s'est fait breveter pour une disposition mécanique servant à lubrifier les tourillons avec de l'eau au lieu d'huile ou de graisse. On sait que dans plusieurs circonstances, déjà depuis longtemps, on a employé l'eau à cet usage. Mais M. Dieudonné observe que l'eau entraîne une plus prompte destruction du fer et du bronze. Toutefois il propose, comme produisant de bons résultats, non de l'eau ordinaire qui tient presque constamment en dissolution des matières qui attaquent les métaux, mais de l'eau filtrée dans laquelle il a dissous du bon savon jusqu'à l'apparence laiteuse. Cette eau laiteuse n'a pas, dit l'auteur, comme l'huile, l'inconvénient de laisser sur les métaux une crasse qui augmente le frottement. Il suppose que l'eau de savon descend incessamment d'un réservoir et se perd en tombant goutte à goutte.

On sait que l'eau de savon est souvent employée dans les ateliers de construction pour faciliter le travail des outils; ainsi, pour tourner, pour percer, il n'est pas rare de voir les ouvriers faire usage de l'eau légèrement chargée de savon. On se rappelle que nous avons indiqué, en 1841, dans le tome Iᵉʳ, le procédé de M. Salmur pour empêcher les tourillons de s'échauffer avec une dissolution de potasse.

Cisailles pour couper les Métaux.

CISAILLE A MOUVEMENT CONTINU

POUR

LES FEUILLES DE TOLE, DE CUIVRE ET DE ZINC,

Construite par M. NILLUS,

Sur les plans de M. E. KARR, Ingénieur;

GROSSE CISAILLE A VAPEUR

Construite par **M. CAVÉ**, à Paris.

(PLANCHE 5).

Les cisailles sont des outils indispensables dans les forges, dans les usines à cuivre et à zinc, comme dans un grand nombre d'autres fabrications. On en construit de plusieurs sortes et de différentes dimensions, soit pour marcher à bras, comme celles qui sont en usage chez les quincailliers et dans quelques ateliers de chaudronnerie, ou autres, soit pour marcher par moteur. Dans ce dernier cas, elles sont nécessairement plus puissantes, elles sont aussi appliquées à découper des pièces plus fortes, avec plus de rapidité et d'économie de temps et de main-d'œuvre. Ces machines à mouvement continu sont de plusieurs espèces : les unes marchent par des excentriques, des arbres coudés ou des manivelles; les autres, et ce sont les plus récentes, marchent directement par l'action de la vapeur (1).

M. Cavé, à qui l'on doit, sans contredit, le plus de perfectionnement dans ce genre d'outils, a disposé des cisailles à vapeur d'une puissance considérable, avec lesquelles on peut découper sans peine des bandes de roues de locomotives ou d'autres barres de fer d'un équarrissage correspondant; elles deviennent indispensables dans la fabrication des rails, des roues de wagons, ou d'autres voitures, et dans les ateliers de construction qui s'occupent de machines locomotives, de tenders, ou d'appareils de

(1) Nous avons déjà publié dans le 1er et le 2e vol., des découpoirs et débouchoirs, employés dans la fabrication des chaudières pour percer et rogner la tôle.

navires à vapeur. Nous croyons donc qu'il est intéressant de les faire connaître, mais nous commencerons auparavant par un outil moins puissant et plus employé : c'est la machine représentée en élévation et en plan, fig. 1 et 2 (pl. 5), et qui est principalement destinée à découper ou à rogner des feuilles minces en cuivre, en fer, en zinc, en fer-blanc, etc.

CISAILLE A MOUVEMENT CONTINU. — Cette machine a été construite par M. Nillus du Hâvre, sur les dessins de M. E. Karr, ingénieur de nos amis, qui s'est occupé tout particulièrement des usines à fer et à cuivre. Elle est disposée avec un long couteau ou lame tranchante en acier A, qui est boulonné sur toute sa longueur contre la partie latérale d'un balancier en fer forgé B (fig. 3), à section rectangulaire. La forme de cette lame est particulière : au lieu d'être droite, comme on le fait généralement, elle est courbe, légèrement bombée vers le milieu ; c'est une parabole ou simplement un arc de cercle d'une flèche de 25 millimètres par rapport à la corde passant par les deux extrémités. M. Karr a remarqué que cette forme est de beaucoup préférable à la lame droite. Le balancier B doit osciller autour de l'une de ses extrémités, et, à cet effet, il est assemblé à charnière avec une oreille *a* qui fait partie de la contre-lame ou du couteau fixe C. A l'autre extrémité est suspendue par articulation la bielle en fer forgé D, qui lui imprime un mouvement circulaire alternatif dont l'amplitude est déterminée par le rayon de la manivelle, ou la distance du point d'attache *b*, au centre *c* de la roue dentée E, à laquelle cette même bielle est reliée par sa partie inférieure. Trois des bras de cette roue sont disposés pour recevoir successivement le bouton *b*, de manière à varier la distance de ce point au centre, afin de modifier la course du balancier.

La roue E est montée à l'extrémité de l'arbre en fer *c*, en dehors des deux paliers de fonte *d*, qui le supportent ; elle est commandée par le pignon droit F, d'un diamètre égal au 1/4 du sien, et rapportée au bout de l'arbre moteur *e*. Celui-ci se prolonge du côté opposé pour porter d'une part le volant régulateur L, et plus loin, les poulies folle et fixe G, G', pour recevoir le mouvement de la puissance motrice. Cette disposition de mouvement rend toute la surface du tablier, et au besoin sa prolongation, entièrement libres afin de pouvoir couper toutes les planches, quelle que soit d'ailleurs leur longueur.

La feuille de métal *f*, que l'on veut couper, se place sur une table en fonte H, dont la surface supérieure est horizontale, et au bord de laquelle est fixée la contre-lame C, qui est ajustée à fleur. Cette table, que l'on appelle plus souvent dans les usines *tablier*, fait corps avec un bâtis de fonte boulonné contre trois poteaux en bois de 25 à 32 centimètres d'équarrissage.

Un buttoir I est rapporté du côté opposé, pour servir de guide au balancier porte-couteau, et pour limiter au besoin la largeur de la partie que l'on veut enlever à la feuille, ou des bandes que l'on doit découper ; il est

fixé au bâtis principal par des boulons, et il a une partie rentrante I′ (fig. 3) pour loger les rognures qui sont débitées.

Des équerres en fer *g* (détaillées fig. 4) sont placées sur la table H, et retenues par des boulons qui traversent des rainures droites *h* pratiquées dans son épaisseur, et que l'on retient par des écrous à oreilles dans les positions qu'elles doivent occuper par rapport aux couteaux. Avec l'application de ces équerres, on peut rogner les feuilles avec une grande précision, de manière à les mettre d'égale longueur, et il est facile de les découper d'équerre au moyen de la règle à rebord J, également solidaire avec le bord de la table, mais placée dans une direction perpendiculaire au plan des couteaux.

Quelquefois, lorsque le moteur de l'usine est arrêté, on fait marcher la machine à la main à l'aide d'une manivelle K, que l'on adapte au bout de l'arbre moteur; lorsqu'on n'a que des rognures à découper, par exemple, et que, par suite, la résistance est très-faible, on comprend qu'il suffit de la force d'un homme pour la mouvoir.

Dans les usines à fer ou à cuivre, toutes les planches sortant des laminoirs doivent être rognées et souvent appareillées à des dimensions déterminées, un tel outil est donc indispensable et fonctionne presque continuellement. Lorsqu'on opère sur des feuilles minces, qui souvent n'ont pas un demi-millimètre, on peut faire marcher le porte-couteau assez rapidement de manière à donner 20 à 25 coupes par minute; mais à mesure que les épaisseurs sont sensiblement plus fortes, il faut de toute nécessité ralentir la vitesse, quoique la puissance augmente en proportion.

Le cisailleur se place habituellement en M (fig. 2), dans l'évidement formé tout exprès dans la construction du tablier; il se met à l'équerre au moyen de la tringle ou de la règle J, qui est invariablement fixée, et il fait glisser les guides mobiles dans leurs coulisses pour les fixer aux points convenables, et il n'a alors qu'à poser les feuilles de métal à rogner sur la table, entre les guides, les couteaux et la règle fixe; aussitôt que la cisaille est mise en marche, c'est-à-dire que la courroie est poussée sur la poulie motrice G, l'opération a lieu; le découpage se fait avec la plus grande facilité, et pour ainsi dire sans interruption.

Avec cet appareil, qui est monté à l'usine à cuivre de Dangu, on peut couper toutes les planches de cuivre ou de zinc, depuis les plus minces jusqu'à celles d'une épaisseur de 6 millimètres, et les feuilles de tôle jusqu'à 2 millimètres et même au delà. Ces dimensions comprennent les trois quarts des planches qui se fabriquent dans ces trois genres de métaux.

Cisaille a vapeur. — Les fig. 5, 6, 7 et 8 représentent la forte cisaille à vapeur que M. Cavé a imaginée et construite pour plusieurs établissements, soit pour servir spécialement à découper ou à rogner les bandes de roues, soit pour couper des barres de fer très-larges et très-épaisses, à chaud ou à froid. Elle se distingue d'abord par l'application directe de la vapeur, agissant sur un piston dont la tige est attachée au balancier porte-

couteau, et ensuite par la détente ou distribution variable qui permet de ne dépenser la vapeur que proportionnellement à la résistance à vaincre.

Nous avons fait voir (tomes I et IV), que M. Cavé est le premier constructeur en France qui ait appliqué le cylindre à vapeur directement au balancier d'un découpoir, d'un poinçon ou d'une matrice quelconque. Il est aussi, nous n'en doutons pas, celui qui a fait le plus grand nombre d'applications de ce système, et à qui certainement on doit le plus.

Sa nouvelle cisaille est encore un modèle que nous ne craignons pas de recommander comme étant d'un très-bon service. Cette machine est combinée de telle sorte que l'on peut à volonté faire marcher les tiroirs de distribution à la main, ou bien par le moteur même, comme il est facile de s'en rendre compte par les figures.

Elle se compose de plusieurs pièces principales, dont l'une A, qui est fondue d'un seul morceau, sert non-seulement de porte-couteau, mais encore de table et de support à tout l'appareil; il est assis sur deux fortes charpentes en bois B, qui l'élèvent au-dessus du sol. Contre le bord extrême de ce porte-couteau est boulonnée une forte lame d'acier *a* bien dressée, et de forme rectangulaire, contre laquelle s'appuie le couteau mobile *b*, qui est aussi composée d'une lame d'acier à section analogue, mais dont cependant la face inférieure est inclinée, afin de présenter un angle plus petit que 90°, pour qu'il puisse couper avec plus de facilité; on ne peut faire néanmoins cet angle trop aigu dans la crainte de rendre le couteau trop peu résistant; en général, on estime qu'il est compris entre 70 à 80°. Cette lame tranchante mobile est boulonnée à la partie antérieure du grand balancier en fer forgé C, qui, comme on va le voir, reçoit un mouvement alternatif par le piston du cylindre à vapeur D. Ce balancier oscille autour de l'axe en fer *c*, qui est placé de manière à diviser sa longueur en deux parties inégales, dont une très-courte reçoit le couteau, et l'autre, beaucoup plus longue, reçoit l'action de la puissance.

L'axe *c*, est porté par les deux joues verticales *d*, qui sont fondues avec la table porte-couteau A : il se prolonge d'un côté, en diminuant de grosseur, pour présenter une tringle horizontale sur laquelle on rapporte un buttoir *e*, qui sert à limiter l'avancement de la pièce ou de la barre de fer *f*, que l'on veut découper : la position de ce buttoir se règle au moyen d'une vis de pression que l'on serre sur l'axe, quand sa distance, par rapport aux couteaux, est déterminée. Un fort boulon *g* maintient l'écartement des deux joues verticales *d* qu'il relie solidement.

A l'autre extrémite du grand balancier C est attachée la forte tige en fer forgé E, qui est suspendue au milieu d'un boulon à clavette *h*, sur lequel elle est ajustée libre, et qui est également assemblée par articulation, directement au centre du gros piston de fonte F. Ce piston qui, comme on l'a vu dans la machine à percer du même constructeur (tome Ier), est fait d'une forte épaisseur, pour présenter un certain poids, et descendre ainsi plus facilement dans le cylindre, est d'une construction extrêmement

simple ; ce n'est réellement qu'une sorte de manchon de fonte, évidé à l'intérieur pour recevoir la tige, et tourné extérieurement avec quelques gorges demi-rondes, dans lesquelles on coule du métal fusible qui forme toute sa garniture, comme dans les presses à plomb que nous avons publiées à la fin du 5e volume.

La machine étant nécessairement à simple effet, le cylindre à vapeur D est entièrement ouvert par sa partie supérieure, de sorte que le dessus du piston est toujours à l'air libre; la vapeur n'agit qu'en dessous pour le faire monter, il doit descendre par son propre poids et par une partie de celui du balancier, lorsque la vapeur s'échappe. Pour limiter sa course, et en même temps pour l'actionner au moment du changement de direction de marche, M. Cavé a appliqué, comme dans les machines à percer, un volant qui est placé sur le bout de l'arbre coudé en fer forgé H, au milieu duquel est adaptée la bielle à chape I, qui est suspendue, comme la tige du piston, vers l'extrémité du balancier; de cette sorte, les *points morts* passent toujours facilement, sans hésitation.

Pour la distribution, le constructeur a fait l'application d'un mécanisme fort simple et très-ingénieux, afin de faire marcher le tiroir d'une manière continue, et en même temps pour varier les moments d'introduction et de sortie à volonté, tout en n'employant qu'un excentrique circulaire J, comme dans les machines ordinaires. Ce système consiste à relier le bout du tirant d'excentrique *l*, à une pièce courbe à coulisse *m* (fig. 5), qui oscille autour de son axe *i*, et qui, en même temps, est assemblée à la courte tige en fer *n*, dont l'autre extrémité s'attache, comme une petite bielle, au levier extérieur K. Celui-ci est monté au bout d'un axe *j*, et fait corps avec la grande manette à poignée L, afin de pouvoir être, au besoin, manœuvrée à la main, et toujours à la disposition du conducteur de la machine, qui est nécessairement placé près des couteaux de la cisaille.

Le premier axe *i* est prolongé du côté du cylindre à vapeur pour porter une petite fourchette en fer *o* (fig. 7), à laquelle est suspendue la tige *p* du tiroir de distribution *q*, contenu dans la boîte de fonte M. Il en résulte que dans le mouvement de rotation de l'excentrique, le levier à coulisse commandé par celui-ci fait osciller son axe et par suite la fourchette *o*, qui, de cette sorte, oblige le tiroir à monter ou à descendre, et par conséquent à ouvrir ou à fermer alternativement l'orifice *r* qui conduit à la partie inférieure du cylindre à vapeur.

Or, suivant que le point d'attache du tirant de l'excentrique se trouve plus rapproché du centre d'oscillation *i*, comme nous le supposons sur la fig. 9, ou bien, au contraire, plus éloigné de ce centre, comme il est indiqué fig. 10, l'amplitude du mouvement du levier cintré *m* est plus petite ou plus grande, et par suite le tiroir est plus tôt ouvert, mais aussi plus tôt fermé, et réciproquement. Si donc on veut agir avec peu de vapeur, c'est-à-dire n'en introduire dans le cylindre que pendant une faible portion de la course, on règle la position du tirant d'excentrique par rapport

au levier cintré, de manière que son point d'attache se trouve très-proche du centre d'oscillation; mais si, au contraire, on veut opérer avec une certaine puissance, et par conséquent en introduisant une plus grande quantité de vapeur, et pendant plus longtemps, il faut changer, éloigner le point d'attache comme dans la fig. 10. La course du tiroir devient beaucoup plus grande, quoique l'excentrique reste le même, et l'orifice r reste plus longtemps ouvert; l'échappement s'ouvre plus tard. Cette disposition, qui a de l'analogie avec le système de détente que M. Cavé a adopté dans les locomotives qu'il a construites pour le chemin de fer du Nord, et dont nous avons parlé au commencement du 5e volume, est évidemment d'une application très-heureuse dans ce genre de machines qui sont susceptibles de découper tantôt des pièces très-fortes, et tantôt des pièces beaucoup plus faibles, et qui éprouvent par conséquent des résistances très-variables. La grande manette L qui est à la portée du cisailleur, lui est très-commode, puisqu'il lui suffit de la monter ou de la descendre, et de la faire porter sur l'une des entailles de l'espèce de crémaillère fixe N, pour changer à sa volonté la position de l'attache, et par suite la course du tiroir de distribution sans se déranger de place. On comprend alors que la manœuvre d'une telle cisaille soit très-commode, et avantageuse pour les ouvriers.

Le cisailleur se tient naturellement près de la tête de la machine, il pose sa barre à couper sur la table qui porte le couteau fixe a, et la pousse jusqu'à ce qu'elle touche par le bout le buttoir e (fig. 6), et pour qu'elle soit maintenue de manière à ne pouvoir glisser ou s'échapper pendant la pression du couteau, il a eu le soin de la passer sous la règle fixe O, qui, d'une part, est tenue à l'axe c par une tête et une goupille, et de l'autre, à l'extrémité prolongée du porte-couteau A, par le boulon s; de ce côté, elle est à coulisse afin de permettre de la monter ou de la descendre à volonté, suivant la plus ou moins grande épaisseur des barres qui doivent passer entre elle et le couteau fixe.

Travail de la cisaille. — Comme nous l'avons dit, cette machine est assez puissante pour couper, d'une manière franche et nette, des bandes de fer de la dimension de celles appliquées sur la circonférence des roues motrices des locomotives. Le cylindre à vapeur a 0m 34 de diamètre, ce qui correspond à une section de

$$\frac{34^2}{2} \times 3{,}1416 = 908^{\text{centim. quar.}}$$

La vapeur étant engendrée à cinq atmosphères, produit donc sous la surface de son piston une pression equivalente à

$$908 \times 4{,}132 = 3752^{\text{k}}$$

deduction faite de la pression atmospherique qui est de 1k 033 par centimètre quarre. Or, la longueur du bras du levier sur lequel le piston agit,

par rapport à celui du couteau, est au moins cinq fois plus grande, en admettant que moyennement la résistance ait lieu à $0^m 65$ au delà du centre d'oscillation *c* (fig. 7); il en résulte que la puissance est cinq fois plus considérable, et par conséquent la force avec laquelle le couteau *b* coupe, est égale à

$$3752^{k} \times 5 = 18{,}760^{kil}$$

et si l'on remarque que ce couteau tombe sur la pièce avec une certaine énergie, à cause de la vitesse qui lui est imprimée, on concevra sans peine qu'on puisse arriver à découper des barres aussi fortes que celles dont nous avons parlé.

APPLICATION DES LENTILLES DE VERRE

SUR LES APPAREILS A ÉVAPORER ET A CUIRE DANS LE VIDE.

En publiant, dans le volume précédent, les détails de ce genre d'appareils, nous avons fait connaître les procès alors pendants, au sujet de l'application des lentilles de verre pour voir ce qui se passe à l'intérieur des chaudières fermées. Depuis, nous avons fait connaître notre opinion sur le mérite et la valeur de cette application, comme brevet d'invention, dans une brochure que nous avons cru devoir envoyer à tous nos souscripteurs, avec le prononcé du jugement de la Cour de cassation, qui a rejeté le pourvoi du demandeur, en approuvant la Cour royale de Rouen.

M. Degrand n'en a pas moins continué son appel près la Cour royale de Paris qui, approuvant les motifs du tribunal de première instance, a rejeté sa demande et l'a condamné, par son jugement du mois d'avril dernier, non-seulement aux dépens, mais encore à des dommages et intérêts envers les constructeurs.

Comme cette question intéresse un grand nombre de fabricants et d'industriels, nous avons cru devoir en faire connaître la solution, après en avoir donné notre opinion officieuse dans la brochure que nous avons dû publier en réponse à celle de M. Boquillon.

CHEMINS DE FER ATMOSPHÉRIQUES.

NOTICE HISTORIQUE.

L'idée de profiter de la raréfaction de l'air pour produire le mouvement au moyen de la pression atmosphérique, est due au célèbre Papin.

L'application de ce principe fut tentée, pour la première fois, en 1810, par l'ingénieur danois Medhurst, qui, au moyen d'un canal entièrement fermé, proposa de transporter les lettres et les marchandises dans un tunnel renfermant un chemin de pierre ou de fer.

Plus tard, en Angleterre, Valence voulut appliquer cette idée au transport des voyageurs de Londres à Brighton, et cela en établissant la circulation dans un tube provisoire en bois, qui n'avait pas moins de 2 mètres de diamètre, mais cette application ne fit que discréditer ce système, jusque là peu en faveur, en montrant l'insuffisance des moyens.

Revenant sur ces premières idées, Medhurst chercha à transmettre l'action du piston renfermé dans le tube à des wagons placés extérieurement, au moyen d'une tige se mouvant dans une ouverture ou rainure longitudinale pratiquée dans la partie supérieure de ce tube, rainure qu'il bouchait avec une soupape à eau. Cet appareil fut encore abandonné, parce qu'il exigeait pour son application un chemin de fer constamment de niveau.

C'est à partir de cette époque qu'on envisagea d'une manière plus favorable le système de la locomotion à air ; aussi de tous côtés proposa-t-on des appareils, des systèmes nouveaux, dont plusieurs essayés en grand ont permis d'établir quelques bases solides sur la théorie et la pratique de ces voies nouvelles.

Nous allons tâcher de passer en revue la généralité de ces systèmes, en ayant soin de nous arrêter plus particulièrement sur ceux qui présentent le plus d'intérêt, qui ont été mis à exécution, ou dont les principes nous paraissent le plus satisfaisants.

En première ligne nous mentionnerons M. Pinkus, ingénieur américain, qui dès le 20 décembre 1834, et sous le nom de M. Hosking, se faisait breveter pour une soupape à corde, destinée à fermer la rainure longitudinale du tube à air.

Avant d'entrer dans de plus amples détails, quelques mots ne seront pas inutiles pour rappeler le principe du système en général.

On sait qu'il se compose d'un tube de fonte placé entre les rails sur

toute l'étendue de la voie, et dans l'intérieur duquel agit un piston. Une pompe pneumatique mise en mouvement par une machine à vapeur, est disposée de manière à enlever l'air contenu derrière le piston. La pression atmosphérique est ainsi diminuée d'un côté du piston, proportionnellement à la quantité d'air enlevée, et comme la pression sur l'autre face reste la même, le piston doit avancer, mû par une force égale à la différence de ces pressions multipliée par la surface avec une vitesse précisément égale à celle avec laquelle on fait le vide derrière lui. Cette vitesse est réglée par la puissance de l'appareil pneumatique et par le degré de raréfaction à l'intérieur du tube.

La communication de mouvement du piston intérieur aux wagons ordinaires, présentait réellement une très-grande difficulté ; car il s'agissait de lier ces deux parties en leur permettant de se mouvoir à travers le tube, tout en empêchant l'air de rentrer dans ce tube purgé.

La disposition de M. Pinkus, ainsi que toutes celles de ses successeurs, avaient pour but direct la résolution de ce problème. A cet effet, le tube de fonte qui occupait toute la largeur de la voie, était percé, à sa face supérieure, d'une rainure longitudinale dans laquelle passait un bras attaché d'une part au véhicule, et de l'autre au piston. Cette rainure était fermée en avant du piston, et à mesure qu'il avancait, par un cable flexible sur lequel appuyait une roulette adaptée au véhicule.

Nous allons décrire l'organisation de ce système, en en puisant les détails dans un des Bulletins de la Société d'Encouragement.

« Le tube de fonte qui a 40 pouces anglais ($1^{m}216$) de diamètre intérieur, et 25 millimètres d'épaisseur, est solidement encastré dans une maçonnerie sur laquelle il est assujéti par des oreilles. Ce tube, qui occupe toute la largeur de la voie, porte avec lui les rails sur lesquels chemine le véhicule ; il est percé en dessus et sur toute sa longueur, d'une rainure surmontée d'une rigole faisant corps avec le tube et recevant un cable flexible, qu'une roulette, montée sur le bras du véhicule, fait entrer dans la rigole, de manière à boucher la rainure. Ce cable est soutenu par une poulie disposée au-dessus et au milieu du véhicule.

« Le diaphragme ou piston, qui chemine dans l'intérieur du tube, est composé des pièces suivantes :

« Au fond du tube, et parallèlement à la rainure, est fixée une languette longitudinale, sur laquelle cheminent deux poulies à gorge, attachées par leur axe à un arbre, muni d'un bras passant à travers la rainure. Ce bras, composé d'une forte plaque en fer forgé, entre dans le fond du véhicule auquel il est relié par un boulon, il porte une tringle horizontale rigide munie de deux roulettes, guidant le bras dans son passage à travers la rainure, de manière à empêcher qu'il en touche les bords afin d'éviter le frottement.

« Le prolongement de l'arbre des roues est formé par une tige, qui doit être assez solide pour ne pas fléchir sous le poids du diaphragme ou piston.

Ce piston en forme d'écran, est composé d'un châssis solide en fer, sur lequel est clouée une plaque de tôle qui s'ajuste dans l'intérieur du tube, de manière toutefois à y passer librement et sans frottement. L'auteur a pratiqué dans la partie inférieure de ce piston, un clapet qu'une chaîne passant sur des poulies fait ouvrir. Ce clapet est destiné à faire rentrer l'air dans le tube, lorsqu'il est nécessaire d'arrêter le convoi. Pour maintenir la verticalité du piston, son cadre est soutenu par des tringles fixées à la tige principale.

« A l'essieu de devant du véhicule, sont attachées des lames de ressorts en fer plat, réunies à un cadre portant des roulettes de friction horizontales, qui roulent contre les parois extérieures de la rigole, au-dessous des rebords, et sont destinées à tenir écartées du tube les roues du véhicule, afin qu'elles n'exercent aucun frottement contre celui-ci. Des roulettes semblables sont attachées à tous les wagons du convoi.

« Le cable flexible qui entre dans la rigole pour boucher la rainure, règne sur toute la longueur du tube; il est assez lourd pour n'avoir besoin que d'une légère pression de la roulette, pour descendre au fond de la rigole et s'appuyer sur la rainure.

« Ce système fut essayé près de Londres; mais, soit vice de construction des appareils, soit la difficulté d'opérer le vide dans un tube d'un aussi grand diamètre, le projet fut abandonné, comme n'offrant pas les avantages que son auteur s'en était promis (1).»

Le même ingénieur conçut une autre idée en 1836 : il voulut fermer la rainure longitudinale du tube de propulsion, au moyen d'une valve composée de deux bandes de métal d'une certaine hauteur, assujéties sur les bords de la rainure du tube, coudées sur ce point, s'élevant en ligne droite avec une inclinaison suffisante pour se rejoindre en onglet dans leur partie supérieure, et présentant au point de contact deux surfaces polies.

Ces deux bandes métalliques, composées d'un mélange de fer et de cuivre, étaient plus épaisses à leur base qu'à leur sommet, et elles étaient diposées de telle sorte que les parties supérieures en contact exerçaient l'une sur l'autre une pression notable, et qu'il fallait alors employer, pour les ouvrir, une force assez considérable entièrement en pure perte.

La rigidité de ces bandes, leur grande hauteur, au-dessus du tuyau de propulsion, l'effort considérable qui devait s'opérer au passage de la tige directrice, sur la partie coudée comme sur les boulons d'attache, et enfin les frottements qui devaient en résulter, présentaient de trop grands inconvénients pour que ces procédés pussent recevoir une application industrielle, et ils furent abandonnés comme les précédents.

Au reste, l'inventeur comprit lui-même que ces procédés ne pouvaient pas réussir dans la pratique, car il ne chercha pas à en faire l'expérimen-

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement*, tom. XLII, pag. 331.

tation, et il laissa ensevelir cette idée dans l'oubli. Aussi n'en fut-il aucunement question dans les enquêtes anglaises ni dans les chambres françaises, lorsqu'on s'y occupa du système de propulsion atmosphérique.

Deux années plus tard, MM. Clegg et Samuda de Wormwood-Scrubs, près Londres, imaginèrent de boucher l'ouverture longitudinale des tubes par une lanière en cuir, armée de lames en fer, arrêtée d'un côté pour faire charnière, se soulevant par l'action de galets adaptés au piston, et retombant par son propre poids pour boucher de nouveau cette rainure après le passage de la tige.

Ce système breveté en France, le 29 septembre 1838, sous le nom de M. Bonfil, fut d'abord expérimenté au Hâvre et aux ateliers des constructeurs en Angleterre, puis ensuite, d'une manière tout à fait pratique, sur un chemin de fer de 3 kilomètres de Kingstown à Dalkey en Irlande, et enfin tout récemment sur les chemins de Croydon en Angleterre, et de Saint-Germain en France.

Nous avons consacré plusieurs planches à la description complète de toute l'organisation de ce dernier chemin, nous ne nous occuperons maintenant que du principe proprement dit, et surtout de la fermeture de la soupape que nous avons représentée fig. 1re, pl. 6, avec la plupart de celles qui ont été imaginées depuis cette époque jusques aujourd'hui.

On reconnaît, comme nous venons de l'exposer, que le tube A est percé à la partie supérieure d'une ouverture longitudinale assez large pour donner passage à la tige verticale qui est liée au piston et bouchée par la soupape *a*, composée d'une lanière en cuir, plaquée de lames en fer *b*. Ce cuir étant mis en place, on applique dessus une bande de fer *e*, pour former charnière, et on serre celle-ci fortement dans tous les sens par deux écrous taraudés, le premier dans la bande verticale *d*, fondue avec le tube, et le deuxième dans la bande horizontale *d'* recouvrant tout cet assemblage. Une sorte de mastic composé de suif et de cire, et serré sur le bord de la soupape par un organe spécial que porte la première voiture, rend le contact de celle-ci plus parfait, et la rentrée de l'air plus difficile : ce tube se trouve ainsi toujours prêt à fonctionner.

Le piston, simple rouleau de fonte, d'un diamètre inférieur à celui du tube, armé, à ses deux extrémités, d'une mâchoire pinçant une lame de cuir, est placé à 1m 40 en avant de la tige de connexion, avec laquelle il est invariablement uni par un châssis en fer. Ce châssis se compose de deux plaques de fer verticales reliées par des boulons ; il est fixé à la fois au piston voyageur, à la tige de connexion et à un rouleau placé à l'arrière de l'axe de la tige pour former contrepoids au piston ; il sert en même temps de support à quatre galets placés les uns à droite, les autres à gauche de la tige de connexion, construits avec des rayons différents, et dont la fonction consiste à soulever progressivement la soupape de manière à ouvrir un passage à la tige. Dès que celle-ci est passée, la soupape tombe par son

propre poids ; elle est au même instant pressée contre le tube par une roulette que porte la première voiture et scellée par le mastic de cire et de suif.

Par cette disposition, la pression de l'air qui s'exerce sur le piston force les lames de cuir dont il se compose à s'appliquer exactement contre les parois du tube, rend le contact parfait et prévient la rentrée de l'air. La portion de la soupape à soulever par l'action des galets est également comprimée sur ses deux faces, et ne pèse plus sur ceux-ci que par son propre poids. Cette soupape, ouverte au point où traverse la tige, est cependant tout à fait close au point où traverse le piston. Le mouvement a lieu régulièrement et sans effort.

Quelque parfait que soit le contact de la soupape longitudinale et du piston sur le tube, l'air extérieur trouve des interstices nombreux par lesquels il rentre. L'action de l'appareil pneumatique devant à la fois contre-balancer l'effet de ces prises d'air, et enlever successivement l'air primitivement contenu dans le tube pour produire le mouvement, on comprend qu'une même machine ne peut desservir qu'une longueur de tube limitée.

Or, au moment où un convoi se met en mouvement sur le chemin de fer atmosphérique, l'air du tube de propulsion doit se trouver au degré de raréfaction pour produire immédiatement la vitesse et la puissance d'impulsion que l'on a voulu réaliser. Quand on sort de la sphère d'action d'une machine pneumatique pour entrer dans la sphère d'action de l'appareil pneumatique suivant, il faut que l'air du tube dans lequel on entre, soit déjà raréfié; mais alors le tube est fermé à ses deux extrémités : ici se présente une nouvelle difficulté qui consiste à éviter le choc du piston arrivant avec toute sa vitesse acquise, contre la soupape de clôture, pour ouvrir cette soupape avec un petit effort, de manière à donner passage au piston sans permettre l'entrée de l'air extérieur et sans arrêter le convoi.

MM. Clegg et Samuda ont surmonté cette difficulté par une disposition très-ingénieuse. La soupape s'ouvre au moment où le piston ferme déjà le tube, et par l'action même de ce piston, l'effort est presque nul, la rentrée de l'air n'en est pas augmentée. Quant à la sortie du piston d'un tube, elle ne donne lieu à aucun choc, bien qu'une soupape de clôture se trouve aussi à l'extrémité du tuyau Voici le moyen employé par les inventeurs : l'appareil pneumatique placé sur le côté du chemin, communique avec le tube de propulsion par un tube aspirateur. Il a suffi de placer ce tuyau aspirateur à quelques mètres en deçà de l'extrémité fermée par la soupape de sortie pour rendre impossible cette rencontre entre le piston et cette soupape. Dès que le piston a dépassé le tube aspirateur, l'air n'étant plus enlevé devant lui, se comprime de plus en plus, augmente progressivement de densité jusqu'au moment où la pression intérieure étant supérieure à la pression atmosphérique, la soupape s'ouvre d'elle-même.

En Angleterre, M. John Aitken proposait de faire le vide des tubes en les remplissant d'eau et en vidant cette dernière dans d'autres tuyaux ; il

proposait en outre de rendre la soupape longitudinale impénétrable à l'air extérieur en la couvrant également avec de l'eau (1).

M. Hallette d'Arras, dont l'industrie déplore la perte récente, après avoir étudié la question, et convaincu du parti qu'il y avait à tirer de l'application de la pression atmosphérique à la locomotion, a cherché et trouvé le modèle du joint hermétique longitudinal dans l'organisation naturelle même, c'est-à-dire dans l'élasticité de l'air.

Ce système breveté le 6 mars 1844, sous le titre de *système de tube propulseur à fermeture hermétique*, se compose de deux demi-cylindres longitudinaux *b* (fig. 2, pl. 6), ou pour mieux dire, deux gouttières placées de champ, qui se regardent par leur concavité et qui faisant corps avec le tube pneumatique A, sont disposées au-dessus de lui. Chacune de ces gouttières loge un boyau *a*, en tissu souple et parfaitement étanche, pour l'air comme pour l'eau. Lorsque les deux boyaux remplis d'air sont suffisamment gonflés, ils se touchent l'un l'autre dans une partie de leur surface, agissent comme les lèvres de la bouche de l'homme, et interceptent ainsi complétement la communication entre l'intérieur du tube pneumatique et l'air extérieur. Le piston vient-il à se mouvoir, la tige qui l'unit aux wagons se glisse entre les deux tuyaux, qui se rejoignent immédiatement après son passage. Cette tige, dont la section horizontale est celle d'un double *ménisque* ou lentille, et qui pénètre ainsi à la manière d'un coin entre les deux boyaux, n'exerce pas sur eux, suivant l'auteur, un frottement bien considérable. Cependant c'est la plus grande objection que l'on puisse faire au système; aussi, pour assurer leur durée, M. Hallette a-t-il jugé convenable de les garnir de cuir dans la partie par laquelle ils se touchent.

MM. Harmois frères ont donné communication à l'Institut de France de quelques perfectionnements à apporter au système Hallette, perfectionnements qui consisteraient 1° dans la substitution des tuyaux de cuir à ceux en tissu ; 2° dans le moyen de gonfler ce boyau avec un liquide gras au lieu d'air.

Nous entrerons dans de plus longs détails sur la marche et l'organisation d'un tel système auquel nous avons réservé une place sur la pl. 8. Nous allons, quant à présent, continuer l'examen des diverses méthodes et fermetures proposées. Disons avant que M. le général Dembiski a, plusieurs fois, adressé à l'Académie des sciences une réclamation de priorité relativement au procédé proposé par M. Hallette pour l'occlusion du tube pneumatique dans les chemins de fer atmosphériques; mais qu'il résulte de l'examen des brevets obtenus depuis l'origine, que M. Dembiski n'est privilégié pour aucun procédé ayant rapport à ce principe.

Un procédé présenté par M. Faulcon au jugement de l'Académie, procédé également non breveté, du moins au nom de son auteur, consiste en une machine à vapeur qui agit ici, non plus comme pompe aspirante, mais comme pompe foulante : le tube pneumatique, au lieu d'être solide et ouvert dans le haut sur toute son étendue, est flexible, susceptible de s'affais-

(1) *London, Journal of sciences, etc.*, t. XXVI, p. 318.

ser sur lui-même et de se gonfler alternativement, et clos dans tout son pourtour. Le piston, qui dans le système Clegg et autres systèmes analogues, glisse dans l'intérieur du tube, est remplacé ici par un galet à gorge qui se meut à la surface du tube flexible, et qui est d'ailleurs, de même que le piston, lié au convoi par des tiges verticales rigides. Ce galet est disposé de manière à rouler le long d'une plaque de fer qui occupe la partie centrale du chemin. Le tube, qui repose également sur cette plaque, est pressé par la gorge plate du galet, qui applique étroitement ses deux parois l'une contre l'autre, sans d'ailleurs pouvoir les écraser, leur double épaisseur étant justement égale à la hauteur des deux filets extérieurs du galet. Cela posé, on conçoit que, lorsque la machine soufflante est mise en jeu, le tube flexible tend à se gonfler, ce qu'il ne peut faire sans pousser en avant le galet dont le mouvement détermine celui du convoi. Nous avons vu ce procédé, légèrement modifié, breveté le 29 avril 1845 en faveur de M. Alexandre, et la reproduction exacte de ce que nous venons d'énumérer en faveur de M. Bouchon, le 13 février 1847.

M. Chameroy prit le 11 mai 1844 un brevet de dix ans, et le 18 décembre de la même année, un certificat d'addition, pour des *appareils locomoteurs applicables aux chemins de fer et dans toutes les circonstances où il faut employer la traction*, reposant sur l'emploi de l'air comprimé appliqué à donner par intervalles égaux, l'impulsion au convoi, de manière à lui faire acquérir une vitesse uniforme. Nous rendrons compte de ce système avec détails sur la pl. 8.

Le 19 juin 1844, MM. Pecqueur, Bontemps et Zambaux prirent un brevet d'invention de quinze ans, pour *plusieurs systèmes de chemins de fer atmosphériques, et de locomotives mises en mouvement par l'air raréfié ou comprimé au moyen de moteurs fixes et d'un réservoir placé dans toute l'étendue de la voie.*

Les auteurs, en abordant la question, ont eu pour objet l'examen des principes proposés et pour résultats la création d'un nouveau principe dont plusieurs personnes se sont occupées depuis; nous voulons parler de l'idée toute rationnelle de faire fonctionner les locomotives existantes au moyen de l'air comprimé à une certaine pression, ordinairement équivalente à celle de la vapeur dans ces mêmes locomotives. On reconnaît facilement que toute la difficulté était dans l'alimentation des cylindres, car il ne paraît pas possible, au premier abord, de faire porter au véhicule l'élément même de sa marche. Les auteurs ont imaginé de le puiser dans un tube fermé régnant sur toute la longueur de la voie et servant de réservoir, où l'on tient la force accumulée.

Pour le faire arriver dans les boîtes de distribution, le tuyau fermé est muni, de distance en distance, de tubulures à soupape mises en communication avec des tiroirs, ou glissières creuses de grandes dimensions, faisant partie des locomotives mêmes et mises en mouvement par un mécanisme y adhérant. L'air comprimé qu'elles renferment se rend aux cylindres de

la même manière que la vapeur, par un tuyau métallique dont une partie est rendue élastique pour se prêter aux oscillations et aux chocs qui peuvent survenir dans la marche.

Ce mode de distribution permet d'obtenir une détente constante à chaque prise d'air ou à chaque tubulure du grand réservoir longitudinal.

Ce système que l'auteur a essayé avec succès dans une partie de son établissement devait être appliqué, comme celui de M. Hallette, sur une partie de la ligne atmosphérique de Saint-Germain, mais l'administration de la compagnie en a décidé autrement. Nous ferons simplement remarquer à ce sujet que la science comme l'industrie avaient tout à gagner d'un essai contradictoire de plusieurs systèmes.

Vers la même époque, le 9 juillet 1844, M. Gibbes prenait un brevet de dix ans pour *un système de chemin atmosphérique*, reposant sur le même principe de faire marcher les locomotives ordinaires à l'aide de l'air comprimé au lieu de vapeur. Il emploie à cet effet deux sortes de tuyaux, dont le premier, fixe et construit au besoin en poterie, est destiné à contenir l'air à une certaine pression, et le deuxième, mobile, destiné à l'alimentation des cylindres ainsi que cela a lieu pour la vapeur. Ces derniers tuyaux, placés en certaine quantité sur la voie, s'agrafent et s'enlèvent par le mouvement même de la locomotive, de sorte que la traction est, d'après l'auteur, toujours à peu près la même.

Le 23 juillet de la même année, M. Arnollet prit également un brevet de dix ans pour *des perfectionnements apportés au système atmosphérique des chemins*, lesquels consistent dans l'idée d'accumuler la force motrice dans des réservoirs clos, afin de profiter de tout l'effet des machines et d'obtenir une raréfaction disponible constante.

Cette heureuse idée, contestée d'abord à son auteur, a fait, en 1846, le sujet d'une polémique que nous n'entreprendrons pas de reproduire, laissant à ce sujet toute l'autorité aux dates des priviléges, mais nous ferons connaître dans presque son entier, le savant rapport de M. Lamé, présenté à l'Institut le 7 avril 1845.

RAPPORT SUR LE SYSTÈME DE CHEMIN DE FER ATMOSPHÉRIQUE DE M. ARNOLLET.

. . . .

« Au chemin de Dalkey, l'air du tube est directement raréfié, à l'aide d'une pompe à air mue par une machine à vapeur. Cet appareil marche avant et pendant le parcours d'un convoi, mais reste ensuite inactif. Ainsi, dans le système atmosphérique anglais, une très-forte machine exécute un grand travail durant huit à dix minutes, et se repose une heure ou plus ; il est nécessaire cependant que la température de la chaudière se conserve pendant l'intermittence, pour que l'appareil soit toujours prêt à fonctionner. Les dépenses, les pertes et les autres inconvénients qui naissent de cette marche discontinue, ont engagé M. Arnollet à proposer un moyen de raréfaction différent. Dans son système, une machine de quelques chevaux de force serait constamment employée à raréfier l'air de trois

réservoirs, ayant chacun une capacité au moins égale à celle du tube, ou d'un seul de capacité triple ; on ferait communiquer ces réservoirs, lorsque la pression n'y serait plus que de 1/3 d'atmosphère, avec le tube contenant de l'air ordinaire, et où s'établirait bientôt une pression moyenne de 1/2 atmosphère ; cette raréfaction ferait marcher le piston et le convoi ; à la fin du voyage, l'air, totalement refoulé dans les réservoirs, atteindrait la pression de 2/3 d'atmosphère, et l'action continue de la machine ramènerait de nouveau cette pression à 1/3.

« Pour montrer les avantages de son système, M. Arnollet suppose un chemin de fer devant effectuer, à la vitesse de 60 kilom. à l'heure, un transport annuel de 2,500,000 tonnes, poids net en voyageurs et marchandises, ou par jour 700 tonnes distribuées sur dix convois Ce chemin serait divisé en relais de 5,000 mèt., chacun d'eux étant desservi par un moteur atmosphérique partiel. L'auteur trouve qu'il faudrait une machine de 126 chevaux pour raréfier l'air dans un tube de 5,000 mèt. de longueur et de 39 centim. de diamètre, si l'on adoptait le système anglais ; tandis que l'application du moyen qu'il propose n'exigerait, dans la même circonstance, qu'une machine de 8 chevaux, c'est-à-dire d'une force seize fois moindre. Ces nombres supposent que la longue soupape, qui ferme l'orifice longitudinal du tube, ne laisse pas entrer d'air. M. Arnollet déduit de plusieurs expériences rapportées par M. Mallet, que l'appareil de Dalkey subit une rentrée de 15 mèt. cubes d'air par kilomètre et par minute. En adoptant ce résultat, l'auteur trouve que la force de sa machine devrait être portée de 8 chevaux à 10 ; mais, comme ce défaut de l'appareil et la perte de force qu'il occasionne ne sont pas encore suffisamment étudiés, nous en ferons abstraction dans la comparaison des deux systèmes.

« Plusieurs notes jointes à ce Rapport donnent, pour les deux cas, le calcul de la force employée et de l'effet obtenu. Dans le système anglais, le travail utilisable dépensé, tant que la machine marche, est exactement égal au travail produit. La perte de force est donc totalement celle que représente le combustible consumé pendant l'intermittence. Si l'on adopte 1/3 d'atmosphère pour la pression de l'air du tube, on trouve que la machine doit agir pendant un temps à peu après double de celui que le convoi met à parcourir le relai. La première moitié de ce temps est employée à raréfier l'air du tube avant le départ, depuis la pression extérieure jusqu'à 1/3 d'atmosphère.

« Quant au système proposé par M. Arnollet, si l'on adopte 1/3 d'atmosphère pour la pression que la machine ramène dans les réservoirs, le calcul montre que le travail utilisable dépensé est au travail produit dans le rapport de 5 à 3, d'où résulte une perte de force de 40 pour 100. Cette perte a lieu lorsqu'on fait communiquer les trois réservoirs où la pression est de 1/3 d'atmosphère, avec le tube rempli d'air à la pression extérieure, afin d'obtenir la pression moyenne de 1/2 atmosphère. Car, s'il avait été possible d'aspirer directement la moitié de l'air contenu dans les quatre capacités réunies, ce qui eût conduit, comme pour le système anglais, à l'égalité entre le travail dépensé et le travail produit, on eût évidemment employé moins de force à expulser les trois premiers sixièmes de l'air remplissant le tube, qu'à expulser, comme on est obligé de le faire, le quatrième sixième de l'air des trois réservoirs. Dans le fait, les deux premiers tiers de la masse d'air primitivement contenue dans les réservoirs sont expulsés une fois pour toutes ; mais l'air du tube, refoulé par le piston voyageur, vient remplacer le second tiers de cette masse primitive, et c'est la force employée à l'expulser de nouveau qui compose en totalité le travail utilisable dépensé pour chaque convoi. Or, on

trouve par le calcul, et on l'admettra aisément, qu'on allégerait ce travail d'au moins 40 pour 100, en substituant à la seconde moitié, la plus pénible de sa tâche, l'extraction à masse égale, et comparativement si facile, de la première moitié de l'air contenu dans le tube : substitution qui le rendrait précisément égal au travail produit.

« D'après ces résultats théoriques, en supposant que les frais d'établissement de l'un et de l'autre système pussent être égaux, si les convois se succédaient à des époques assez rapprochées, ou si l'on prenait des précautions suffisantes pour que le combustible consumé pendant l'inaction de la machine anglaise fût au plus les deux tiers du combustible dépensé lors de son action, les deux systèmes auraient un mérite égal, et il n'y aurait aucune raison d'économie pour préférer l'un à l'autre.

« C'est à ces termes simples que se réduit la comparaison des deux systèmes, quels que soient, d'ailleurs, la longueur des relais, la vitesse de marche des convois, la force de traction qui correspond à cette vitesse, le tonnage à transporter, la difficulté des pentes à franchir. Est-il réellement impossible que le système anglais puisse remplir les conditions nécessaires, pour que sa dépense ne surpasse pas celle du système de M. Arnollet? C'est ce qu'il n'est pas permis d'affirmer aujourd'hui.

« Une donnée pratique manque pour comparer les frais d'établissement. On peut bien évaluer le prix de la puissante machine exigée par le système anglais, et celui de l'appareil pneumatique, non moins coûteux, qu'elle mettrait en activité. Mais pour le système de M. Arnollet, outre sa faible machine et sa pompe à air de petite dimension, il y aurait à construire trois réservoirs, imperméables et solides; construction dont il paraît difficile, sinon impossible, d'évaluer la dépense avec quelque exactitude. La capacité de chacun de ces réservoirs devrait être, suivant M. Arnollet, de 6 à 800 mètres cubes, et en réalité beaucoup plus grande, comme nous le prouverons bientôt. Il faudrait que les parois fussent de nature à s'opposer sûrement à toute rentrée d'air, assez épaisses et convenablement étayées, pour résister à un excès de pression de 7 tonnes environ par mètre carré de surface, tendant à les rapprocher. Le prix de trois bâtiments d'un genre si nouveau, remplissant suffisamment toutes ces conditions, serait-il moindre que l'excès considérable de dépense, en machines et pompes à air, exigé par le système atmosphérique anglais? nous ne saurions le dire à priori, et nous pensons que tout ingénieur impartial garderait la même réserve.

« Plusieurs praticiens se sont proposé récemment de rechercher les précautions à prendre pour diminuer, autant que possible, la dépense en combustible durant les intermittences de l'action d'une machine à vapeur. On cite une expérience remarquable faite, sur une chaudière ordinaire, dans les ateliers de M. Lemaître, à La Chapelle; d'après cette expérience, plusieurs fois répétée, une interruption d'une heure, suivie d'une émission de vapeur, durant dix à douze minutes, n'occasionnerait qu'un excès de consommation de combustible d'un tiers en sus. Lors des interruptions, on fermait soigneusement toute issue à l'entrée et à la sortie des gaz au-dessous de la chaudière; lors des prises de vapeur, toutes les issues étant, au contraire, ouvertes, on activait la combustion pendant deux à trois minutes, à l'aide d'un ventilateur. Si ce fait se vérifie, la dépense en combustible n'est pas une objection sérieuse pour le système atmosphérique anglais.

« D'ailleurs la perte de force que représente l'excès de consommation du combustible disparaîtrait bientôt; car, suivant l'opinion émise dans une autre enceinte

par l'un de nous, M. Arago, les usines qui réclament ordinairement la puissance incertaine des cours d'eau ou du vent, et d'autres encore, viendraient se grouper autour des puissantes machines du système atmosphérique anglais, pour utiliser une force régulièrement disponible, autrement sans emploi, et que cette circonstance même rendrait peu coûteuse. Il en serait tout autrement de l'excès de travail dépensé par le système de M. Arnollet : sa perte serait irremédiable, et sans profit pour personne.

« Les calculs qui ont servi de base à la comparaison que nous venons d'établir font abstraction de plusieurs causes de perte de force, telles que les rentrées d'air par les soupapes, les inégalités de pression qui doivent exister dans le tube, l'échauffement du corps de pompe dû à la compression de l'air expulsé, et d'où résulte la dilatation de l'air aspiré ; toutes circonstances qui exigent une augmentation de travail dépensé. Mais on manque de données précises pour évaluer avec exactitude cette augmentation, qu'il faudrait d'ailleurs appliquer aux deux systèmes.

« Toutefois, nous devons le reconnaître, le système de M. Arnollet se trouve dans de meilleures conditions que le système anglais pour atténuer les pertes dont il s'agit. Le temps pendant lequel la soupape longitudinale laisse rentrer de l'air est plus court. Lorsqu'on raréfie l'air des réservoirs, les inégalités de pression doivent être incomparablement plus petites que dans le tube, long et étroit, sur lequel la machine anglaise agit directement. Enfin, la durée beaucoup plus longue de l'action du moteur, et la petitesse relative de l'appareil pneumatique, permettent d'augmenter ses dimensions et de ralentir sa marche, de manière à diminuer beaucoup l'échauffement du corps de pompe.

« M. Arnollet semble admettre, dans son Mémoire, qu'une force de traction de 4 kilogr. par tonne, laquelle est tout au plus suffisante pour faire partir un convoi, suffit encore lorsque la vitesse est de 60 kilom. à l'heure, ou de 16 mèt. 65 à la seconde. Ce nombre est évidemment beaucoup trop faible. Plusieurs observations faites sur les chemins de fer des environs de Paris ont conduit à une formule empirique fort commode, pour représenter le coefficient de la traction ; cette formule, qui se compose d'un terme constant, et d'un autre proportionnel au carré de la vitesse, donne une traction de 13 kilogr. par tonne pour la vitesse de 16 mèt. 65. On a observé, sur le chemin de Versailles (rive gauche), qu'un convoi descendant librement sur une rampe d'un centième, acquérait une vitesse uniforme de 13 à 14 mèt. ; ce qui donne 10 kilogr. par tonne pour la traction correspondante à cette vitesse. Ces deux nombres sont évidemment concordants, mais ils sont certainement exagérés quand il s'agit de forts convois ; car la formule citée suppose que l'accroissement de la traction totale qui résulte de la vitesse, est proportionnel au poids ; ce qui ne saurait être, puisque la résistance de l'air, d'où dépend cet accroissement, doit s'exercer principalement sur les premiers wagons, et n'augmenter qu'assez faiblement avec le nombre de ceux qui les suivent.

« En adoptant toutefois la traction de 13 kilogr. par tonne, qui représente une limite opposée à celle de 4 kilogr., et se servant des formules démontrées dans les notes annexées à ce Rapport, on trouve que, pour obtenir une vitesse de 60 kilom. à l'heure, avec des convois de 120 tonnes, poids total, il faudrait, à chaque relai de 5,000 mèt. seulement, soit une machine de 200 chevaux, soit une de 20, mais avec trois réservoirs ayant chacun une capacité de 2,000 mètres cubes, ou un seul de 6,000 ! Ce serait, des deux parts, acheter bien cher l'avantage de donner, à une

masse énorme, une vitesse excessive, dont les dangers sont effrayants et sans remède. Avec des convois de 50 à 60 tonnes au plus, et une vitesse de 30 à 40 kilom. à l'heure, la dépense serait trois à quatre fois moindre, et la gravité des accidents disparaîtrait. L'économie et la prudence sont ici d'accord pour assigner une limite à l'exagération des avantages que peuvent offrir les chemins de fer.

« Malgré les incertitudes qui ne permettent pas encore de reconnaître la supériorité que M. Arnollet attribue à son système dans toutes les circonstances, nous pensons néanmoins que, dès à présent, ce système pourrait être appliqué avec avantage sur un chemin de fer destiné à des convois peu multipliés, et marchant avec une vitesse modérée, surtout s'il était possible de distribuer ces convois à des intervalles de temps égaux, pendant les vingt-quatre heures du jour et de la nuit.

« Quoi qu'il en soit, le Mémoire de M. Arnollet, qui contient des remarques utiles et des vues ingénieuses, traite une question importante que l'expérience et la pratique peuvent seules résoudre complétement. »

Les conclusions de ce rapport sont adoptées.

NOTES ANNEXÉES AU RAPPORT QUI PRÉCÈDE,

PAR M. LAMÉ.

I. — *Calcul du travail nécessaire pour raréfier l'air contenu dans un tube de longueur* A, *et de section* S, *depuis la pression atmosphérique* H, *jusqu'à la pression réduite* η.

« Nous supposerons que le tube ait un fond fixe, pris pour origine des x, et qu'il soit fermé, vers son autre extrémité, par un piston mobile P, au delà duquel le tube se prolonge indéfiniment.

« On voit facilement que le travail cherché est égal à celui qui serait nécessaire pour éloigner le piston P, placé primitivement à une distance $x = \frac{A\eta}{H}$ du fond fixe, jusqu'à la distance A : H étant la pression de l'air renfermé dans le tube de longueur $\frac{A\eta}{H}$, soit p la force élastique de cet air lors d'une longueur quelconque x, on aura

$$p = \frac{A\eta}{x}, \text{ d'où } H - p = H - \frac{A\eta}{x},$$

et le travail cherché sera donné de suite par l'intégrale définie

$$(1) \qquad \int_{\frac{A\eta}{H}}^{A} S\left(H - \frac{A\eta}{x}\right) dx = SA\left(H - \eta - \eta \log \frac{H}{\eta}\right).$$

II. — *Calcul du travail dépensé et du travail produit dans le système atmosphérique anglais.*

« Soient L la longueur du tube, h la pression de l'air qu'il contient lors de la marche du convoi; le travail dépensé se composera d'abord de

$$T = SL\left(H - h - h \log \frac{H}{h}\right),$$

force employée à raréfier l'air du tube, depuis H jusqu'à h; puis de la force

$$T' = SL(H - h),$$

nécessaire pour faire reculer le piston P d'une longueur $L' = L$, supposée prise dans un tube additionnel, diminuée du travail T'' qui serait restitué par le piston P, revenant dans le tube L', jusqu'à ce que l'air qu'il renferme soit ramené de la pression h à celle H, travail qui a pour valeur

$$T = \int_{\frac{Lh}{H}}^{L} S\left(H - \frac{Lh}{x}\right) dx = SL\left(H - h - h \log \frac{H}{h}\right).$$

Le travail dépensé est donc $(T + T' - T'')$, ou simplement $T' = SL(H - h)$, puisque $T'' = T$. Or, le travail réellement produit par le piston voyageur, entraînant le convoi, est aussi $SL(H - h)$. On conclut de là que, *dans le système anglais, le travail utilisable dépensé, tant que la machine marche, est exactement égal au travail produit.*

« Si l'on pose $h = \frac{1}{3} H$, on aura

$$T = \tfrac{1}{3} SLH (2 - \log 3), \quad SL(H - h) = \tfrac{2}{3} SLH.$$

Ainsi, le travail dépensé à faire le vide dans le tube, avant le départ du convoi, est au travail total, comme (2 — log 3) est à 2; ou bien, puisque le logarithme népérien de 3 est 1,09861, la durée de l'action de la machine est, au temps de parcours du convoi, comme 2 est à 1,09861, c'est-à-dire à peu près double, ou plus exactement, comme 9 est à 5.

III. — *Calcul du travail dépensé et du travail produit dans le système de M. Arnollet.*

« Soient H la hauteur barométrique extérieure; h la force élastique de l'air raréfié dans les trois réservoirs, avant qu'ils soient mis en communication avec le tube de longueur L, et de section S; h' la pression moyenne qui s'établit dans le tube et les trois réservoirs, quand, leur communication étant établie, le convoi part; enfin, h'' la pression qui existe dans les réservoirs seuls, à l'arrivée du convoi. Chacun des trois réservoirs ayant la même capacité que le tube, nous supposerons, avec M. Arnollet,

$$H = 3h = 2h' = \tfrac{3}{2} h''. \qquad (2)$$

« Le travail dépensé pour raréfier l'air des trois réservoirs, depuis H jusqu'à h est, d'après la formule (1),

$$3\,SL\left(H - h - h \log \frac{H}{h}\right) = SLH(2 - \log 3). \qquad (3)$$

Lorsque l'on ouvre la communication du tube avec les réservoirs, et que la pression moyenne $h' = \frac{1}{2} H$ s'établit, il en résulte une perte de force : en effet, on eût obtenu la même pression h' en raréfiant directement, de H à h', l'air contenu dans

les trois réservoirs et le tube communiquant librement, ce qui n'eût exigé qu'une force de

$$(4) \qquad 4\text{SL}\left(\text{H} - h' - h' \log \frac{\text{H}}{h'}\right) = \text{SLH}\,(2 - \log. 4),$$

et le nombre (3) surpasse (4) de

$$(5) \qquad \text{SLH} \log \frac{4}{3},$$

travail utilisable qui se trouve perdu. On retrouve d'ailleurs cette perte en comparant, comme il suit, le travail produit avec le travail dépensé

« Pour calculer le travail utilisé par le parcours du convoi sur le tube L, soient p la pression de l'air renfermé, à une époque quelconque du voyage, x la distance qui sépare alors le piston voyageur d'un fond fixe, situé à l'extrémité d'un tube additionnel de longueur 3L, placée au delà du point d'arrivée, et qui représentera en capacité les trois réservoirs; on aura

$$px = 2\text{LH}, \text{ d'où } \text{H} - p = \text{H}\left(1 - \frac{2\text{L}}{x}\right),$$

et le travail utilisé sera

$$\int_{3\text{L}}^{4\text{L}} \text{SH}\left(1 - \frac{2\text{L}}{x}\right) dx = \text{SLH}\,(1 - 2 \log \tfrac{4}{3}).$$

« Lorsqu'un convoi est passé, il faut raréfier l'air des trois réservoirs, depuis la pression $h'' = \frac{2}{3}$ H, jusqu'à la pression $h = \frac{1}{2}$ H; on obtiendra la valeur du travail nécessaire pour produire cet effet, en retranchant du nombre (3) la force qui raréfierait l'air des réservoirs de H à h'', ce qui donne

$$3\text{SL}\left(\text{H} - h - h \log \frac{\text{H}}{h}\right) - 3\text{SL}\left(\text{H} - h'' - h'' \log \frac{\text{H}}{h''}\right) = \text{SLH}\,(1 - \log \tfrac{4}{3}).$$

« Ainsi, le passage de chaque convoi exige SLH $(1 - \log \frac{4}{3})$ en travail utilisable dépensé, et ne reproduit que SLH $(1 - 2 \log \frac{4}{3})$; d'où résulte la perte (5) déjà trouvée. Or, en cherchant le logarithme népérien de $\frac{3}{4}$, on trouve

$$\log \tfrac{4}{3} = 0{,}28768,$$
$$1 - \log \tfrac{4}{3} = 0{,}71232,$$
$$1 - 2 \log \tfrac{4}{3} = 0{,}42464,$$

et le dernier nombre est un peu plus petit que les $\frac{3}{5}$ du second.

« On conclut de là que, *dans le système atmosphérique proposé par M. Arnollet, le travail utilisable dépensé est au travail produit dans le rapport de* 5 *à* 3; en un mot, que *ce système occasionne une perte de force de* 40 *pour* 100.

IV. — *Calcul de la force des machines exigées par les deux systèmes.*

« Lorsque la vitesse des convois est de 60 kilom. à l'heure, et que l'on adopte la traction de 13 kilogr. par tonne, le travail produit en une seconde de temps, par le passage d'un convoi de 117 tonnes, poids total, est équivalent à 13,117 ou 1521 kilogr. élevés à 16 mèt. 65, ou à 25,350 kilogr. élevés à 1 mèt.

« Ce dernier nombre divisé par 75 donne exactement 338 chevaux pour la force

d'une locomotive capable de faire parcourir, à un convoi de 117 tonnes, 5,000 mèt en cinq minutes.

« Dans le système atmosphérique anglais, le même effet serait produit par une machine travaillant, sans perte de force utilisable, pendant neuf minutes; la force de cette machine devrait donc être $\frac{5.388}{9}$ ou 188 chevaux.

« Dans le système de M. Arnollet, en accordant un repos d'une heure et demie par jour, il resterait 22 heures 30 minutes ou 1350 minutes pour accumuler le travail nécessaire au passage de dix convois, 135 minutes pour chacun ou 27 fois le temps de son passage; rappelant que ce système perd 40 pour 100 du travail utilisable dépensé, on trouvera $\frac{5}{3}.\frac{338}{27}$, ou 21 chevaux, pour la force de la machine : exactement le neuvième de la machine anglaise. La section du tube, et par suite la capacité des réservoirs, devraient être au moins triples de celles que suppose M. Arnollet, puisqu'il s'agit d'une traction de 13 kilogr. par tonne, au lieu de 4. (1)»

L'application de la gomme élastique soudée aux soupapes longitudinales diverses, paraît être d'un bon emploi. La première idée en est due à M. William Brockedon, qui prit patente à ce sujet, le 24 juillet 1844 (2).

M. Raymond, dont le brevet délivré pour dix ans, le 29 octobre 1844, sous le titre de *Soupapes applicables aux cylindres des chemins de fer atmosphériques à air comprimé ou à air raréfié*, est maintenant dans le domaine public, propose une soupape à ressort et à tiroir qui, à certains égards, pourrait remplir le but proposé. Elle est représentée sur la fig. 3, pl. 6 et se compose de tiroirs ou glissières *a*, engagés dans l'épaisseur de la fonte et destinés à intercepter la communication entre l'atmosphère et l'intérieur du cylindre A; les oreilles *b* de ces tiroirs sont munies de petits rouleaux *c*, destinés à vaincre le frottement de la tige du piston. Cette dernière est représentée en *d*, elle présente en section la forme d'une navette et tend par cela même à ouvrir les tiroirs lors du passage d'un convoi; ceux-ci sont refermés par l'énergie des ressorts à boudin *e*, logés dans la fonte et qui servent en même temps à maintenir l'ouverture complétement hermétique lorsque le convoi est passé. Des bandelettes de cuir sont ajustées à cet effet sur le bord des tiroirs. Cette soupape, dit l'auteur, présente l'avantage de pouvoir s'appliquer avec le même succès, soit qu'on se serve de l'air comprimé, soit qu'on se serve de l'air raréfié; elle offre en outre de puissantes garanties d'exactitude et de solidité.

La construction du chemin atmosphérique de Dalkey, amena tout naturellement les auteurs du projet à de notables perfectionnements pour lesquels ils prirent, en France, le 31 octobre 1844, et toujours sous le nom de M. Bonfil, un brevet d'importation et de perfectionnement de quinze ans, résumant à peu près toutes les améliorations qu'ils apportèrent dans l'exécution de leur système. Ce brevet, qui a pour titre : *Perfectionnements ap-*

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1845, pag. 1005 et suiv.

(2) *London, Journal of sciences, etc.*, tom. XXVI. pag 318.

portés au système de propulsion atmosphérique, comprend diverses modifications dont les principales sont celles de la soupape que les auteurs construisent telle qu'elle est appliquée au chemin de fer de Saint-Germain, et dessinée, fig. 1re pl. 9. Cette modification dans l'ajustement ne change rien au principe qui reste toujours le même : la construction du piston disposé de manière à se mouvoir dans les tubes du petit comme du grand diamètre et à passer sans interruption de l'un à l'autre ; une nouvelle combinaison de soupapes à air, de passages à niveau, de gare d'évitement, etc., et enfin un moyen de faire le vide sans machines motrices, nous retrouverons la plupart de ces perfectionnements représentés sur la pl. 9, traitant du chemin de fer de Saint-Germain (système Clegg et Samuda). C'est pourquoi nous croyons maintenant ne devoir nous arrêter qu'à la description de ce dernier et nouveau procédé.

Son application ne peut avoir d'heureux résultats que sur un parcours de peu d'étendue et surtout si les convois ne doivent se succéder qu'à de longs intervalles. Il consiste en un grand récipient placé sur le côté de la voie et ayant la capacité de la longueur du tube que l'on veut purger d'air. Ce vase, empli d'eau, possède à sa partie inférieure un tuyau recourbé par lequel elle s'écoule naturellement, en jaillissant à une certaine hauteur, qui diminue graduellement à mesure que le vide, devenant plus parfait, affaiblit la pression exercée sur la surface du liquide ; des bassins métalliques, placés à différentes hauteurs, reçoivent l'eau ainsi obtenue qui est refoulée dans le grand vase, pour servir à une autre opération, et ainsi de suite.

Jusqu'à présent nous n'avons eu égard, dans l'examen des brevets précédents, qu'à la date de leur délivrance, puisqu'en effet le titre n'était définitif qu'à cette époque ; mais la nouvelle loi de 1844 accordant le brevet le jour même de sa demande, nous n'aurons égard dans la nomenclature qui va suivre qu'à cette dernière date qui est la seule utile.

En première ligne nous trouvons le brevet demandé par MM. Laurenzana et Roque, le 11 octobre 1844, sous le titre de *Système de chemin de fer atmosphérique à air comprimé*. Ce brevet pose en principe l'idée de faire mouvoir les trains sur la voie en leur procurant une impulsion intermittente au moyen de l'air comprimé. Les auteurs emploient dans ce but un tube réservoir fixé sur toute la longueur de la voie, et un deuxième d'un diamètre plus grand, servant de propulseur : c'est ce dernier qui porte le wagon directeur. Il est muni à chacune de ses extrémités de deux grands clapets placés à 45°, que des pistons fixes disposés de distance en distance sur la voie font ouvrir librement, c'est lorsque ce tube ou propulseur est engagé sur un des pistons que les soupapes placées à la partie inférieure de ces derniers, s'ouvrent, et laissant arriver l'air comprimé lui permettent d'exercer son action sur le cylindre mobile qui se trouve alors chassé avec violence jusqu'au moment où, ralentissant sa vitesse, il s'engage sur un autre piston qui le pousse de la même manière.

L'écartement des pistons peut être plus ou moins considérable, suivant

l'importance de l'exploitation et le service auxquels ils sont destinés.

Nous reconnaissons dès à présent qu'on peut ranger en trois séries les inventions nouvelles relatives à la propulsion atmosphérique :

La première, consistant en un tube placé au milieu de la voie, à égale distance des rails, et recevant à sa partie supérieure, dans le sens de sa longueur, une ouverture assez large pour donner passage à une tige métallique verticale qui, invariablement liée au piston intérieur, s'attache à volonté aux voitures disposées sur les rails et leur communique le mouvement du piston.

La soupape qui recouvre l'ouverture longitudinale est sans contredit la partie caractéristique la plus importante de ce système dont font partie ceux de MM. Clegg et Samuda, Hallette, etc., et qui peut fonctionner au moyen de quelques modifications, aussi bien par le vide que par l'air comprimé.

La seconde, qui consisterait dans l'idée et les moyens de faire arriver l'air comprimé sur les pistons d'une locomotive ordinaire dégagée de sa chaudière ; tel est le système de M. Pecqueur.

La troisième, reposant sur l'idée de lancer le piston à intervalles égaux et de lui faire acquérir ainsi une vitesse uniforme en se servant de l'air comprimé ; tel est le système de MM. Chameroy, Laurenzana, etc.

Il existe une quatrième et une cinquième séries, que nous décrirons en leur lieu et place, d'après la date de leur apparition.

M. Laurenzana est également l'auteur d'un système de *chemin de fer atmosphérique à double effet*, breveté le 12 octobre 1844, et reposant à la fois sur deux des principes que nous venons d'énoncer. Voici comment : Le tube propulseur A (fig. 4, pl. 6) est percé d'une ouverture longitudinale fermée par une des soupapes connues et surmontée d'un boyau flexible *b*, logé dans une cavité *e* fondue avec le tuyau. Ce boyau est gonflé d'air comprimé. Or, si l'on suppose le piston B formé de deux disques réunis par une barre rigide C, laissant entre eux un espace de cinq à six mètres, et ce piston introduit dans le tube, et si l'on suppose en outre que le vide soit fait d'un côté, tandis que de l'autre l'air comprimé agit avec toute sa force, on concevra facilement que le piston se mouvra avec une vitesse dépendante à la fois du degré de vide d'un côté, de la pression de l'air comprimé de l'autre, et de la surface du piston; mais en se déplaçant, la tige de ce piston a soulevé la soupape, et l'air, qui s'est précipité dans l'espace laissé libre entre les deux disques, a aidé à la marche du convoi. C'est cette double action que l'auteur appelle double effet. Il est inutile de faire observer que le boyau supérieur doit contenir de l'air à une pression plus élevée que celui dont on fait usage pour pousser le piston, et que dans ce système les rentrées par la soupape ne sont plus à craindre.

Sous le titre de *Système atmosphérique autoclave*, M. Midy prit un brevet le 12 octobre 1844, renfermant plusieurs méthodes de fermer la rainure longitudinale suivant l'emploi auquel le chemin est destiné. Nous avons représenté deux de ces fermetures sur les fig. 1, 2 et 3, pl. 7.

La première se compose d'un tube cylindrique en tôle A, muni d'un renflement à sa partie supérieure et fondu en cet endroit dans toute sa longueur. La tige coudée qui relie le piston et le convoi, et qui a la forme d'une lentille, tend à ouvrir ce tube lors de son passage; l'élasticité jointe à la pression de l'atmosphère, tendent à le faire refermer, et pour prévenir les rentrées d'air, l'auteur a imaginé de recouvrir la fente longitudinale par un prisme pentagonal *a*, en bois, garni de cuir, mis en mouvement par le wagon directeur. A cet effet, de petits galets *b*, montés à l'extrémité du levier *c*, qui a son point mobile en *d* sur un appendice au tube A, sont successivement abaissés, lors du passage du wagon, par un plan incliné dont il est muni, et relevés par le propre poids du prisme pentagonal qui recouvre alors exactement la rainure.

Dans la seconde, le tube A est en fonte (fig. 2), son ouverture supérieure longitudinale est fermée par des bandelettes de cuir *e* auxquelles sont fixés alternativement des morceaux de cuir et de caoutchouc *f*, entrant l'un dans l'autre et maintenus par la pression atmosphérique. La soupape ouverte présente la forme indiquée (fig. 3) sur laquelle on peut remarquer les galets *i*, qui tendent à ouvrir la soupape lorsque le convoi est en marche.

L'auteur propose en outre d'autres dispositions, présentant plus ou moins d'analogie avec les systèmes connus, mais tous ces systèmes sont simplement posés comme principe; nous verrons plus loin qu'on est arrivé, en France et en Angleterre, à rendre pratique l'exploitation du premier d'une façon tout à la fois simple et peu dispendieuse.

L'électro-magnétisme, qui tous les jours étend le nombre de ses applications, a suggéré à M. Dezelu, ingénieur, la combinaison d'un mode de locomotion pour lequel il fut breveté en date du 14 octobre 1844, sous le titre de : *Chemin de fer atmosphérique ou électro-magnétique, sur lequel les wagons sont mus par l'attraction et la répulsion des aimants.*

Ce système consiste comme les précédents en un tube horizontal de toute la longueur de la voie, fermé hermétiquement et posé au milieu des rails ou entre deux voies, pour servir à l'une ou à l'autre. Ce conduit, que l'auteur propose de construire en bois enduit de glu marine, reçoit le diaphragme ou piston muni d'un certain nombre d'aimants, soit obliquement, soit verticalement, et dont on peut augmenter la force par le moyen d'une *pile de Volta* agissant par l'attraction et la répulsion. Un nombre à peu près égal d'aimants est fixé au train, à peu de distance au-dessus de celui du diaphragme, de manière qu'en faisant mouvoir le piston par une force quelconque, la vapeur ou l'air comprimé, le train et les wagons à sa suite marcheront avec lui, si toutefois, la puissance attractive ou répulsive entre les fluides du diaphragme et ceux du train est un peu plus forte que la pression exercée sur la surface du piston.

Ce moyen offrirait l'avantage, dit l'auteur, de pouvoir se débrayer à volonté, en soulevant les aimants du wagon conducteur au moyen d'un

volant à tige fileté, et d'avoir toujours la même pression ou le même vide sur la surface du piston.

Quoique ce procédé, qui forme le commencement de la quatrième série, paraisse d'une exécution un peu hasardée, il n'en est pas moins vrai que la science agrandit chaque jour le domaine de ce nouveau moteur, dont probablement une solution pratique fera mieux connaître les résultats.

Le 17 octobre 1844, M. Tarneaud prit un brevet de quinze ans pour un *Système de soupapes et de pistons pour les tuyaux de chemins de fer atmosphériques*, système que nous avons représenté fig. 4, pl. 7, et qui présente la plus grande analogie, quant au principe, avec celui de M. Pinkus, dont nous avons parlé au commencement de cet article. Ainsi l'auteur emploie pour boucher la rainure longitudinale établie en forme de gouttière *a*, une corde *b* enduite de graisse ou de suif, afin d'empêcher les rentrées d'air; et, pour soulever cette corde le moins possible, il relie le piston B et le convoi par une tringle *c*, percée d'une ouverture oblongue et armée d'un petit galet sur lequel roule la soupape qui, de cette sorte, se trouve soulevée de la plus petite quantité.

Le brevet suivant a été demandé par M. Baudouin, le 29 octobre 1844, sous le titre de : *Chemin de fer atmosphérique*. Il repose sur différents procédés, dont les principaux peuvent se résumer en un moyen de translation des convois sur un tube du système Hallette, par le secours d'une corde sans fin, tenant d'un bout le convoi et de l'autre le piston moteur, de manière que la pression de l'air agissant sur l'une des faces du piston, le pousse et tend à faire avancer les wagons par la traction de la corde. Un autre moyen consisterait à employer un tuyau flexible, pouvant s'affaisser comme un soufflet et se placer sous le premier wagon. L'un des bouts de ce soufflet serait fixé à la tête de la première voiture et le dernier mobile, de sorte qu'en faisant arriver un jet d'air comprimé sur la face fixe, le convoi marcherait et le tube s'enflerait. Un nombre déterminé de jets d'air tendraient à faire mouvoir le convoi avec une vitesse uniforme. L'auteur propose encore de faire arriver l'air sur les aubes d'une roue qui porterait d'autres engrenages destinés à faire mouvoir des treuils ou rouleaux remorqueurs.

Tous ces principes pour lesquels l'auteur n'indique aucuns moyens d'exécution, forment à peu près la partie principale de son brevet du 29 octobre 1844. Les trois brevets d'addition successifs qu'il prit le 19 mai et le 15 juillet 1845, et le 11 juillet 1846, sont tous relatifs à l'emploi et à l'exécution de traverses en fonte, construites de différentes manières et destinées à recevoir les rails. Ces traverses seraient enduites d'une forte couche de bitume, qui augmenterait leur poids et les lierait d'une manière invariable au rail-way ordinaire comme au rail-way atmosphérique.

Le même jour, M. Lillie prit, sous le titre de *Système de chemin atmosphérique*, un brevet de quinze ans, dont l'idée paraît assez originale. Nous en avons représenté le caractère principal sur la fig. 5, pl. 8. On voit que le tube A, au lieu d'être construit en fonte et de forme circulaire, l'est sim-

plement en bois et de forme prismatique pentagonale ; le piston qui chemine dans son intérieur est suivi d'un appendice B, supporté par de petits galets *b* qui roulent sur deux rails placés au fond du tube. C'est sur cet appendice qu'est fixée la tige de connexion C, que l'auteur construit de plusieurs manières, soit coudée, dans le cas où les deux côtés *a* du tube formant une espèce de toit s'ouvrent pour lui laisser passage, soit à fourchette, ainsi que nous l'avons représenté, dans le cas où la soupape est formée d'une série de petites planchettes *a'* qui viennent s'encastrer au fur et à mesure du passage du convoi dans les côtés supérieurs du tube.

M. Lillie emploie pour faire le vide, soit de la vapeur à une haute tension qu'il dirige dans un tuyau communiquant avec la voie et qui entraîne avec elle par son écoulement une partie de l'air du tube, soit les gaz résultant de l'explosion de la poudre de guerre dirigés de la même manière à leur sortie des immenses chambres où l'inflammation a lieu.

Sous un même titre que celui des deux inventions précédentes, M. Guibert obtenait un privilége le 2 novembre 1844, pour l'idée d'employer à la fermeture longitudinale du tube propulseur, une suite de cylindres métalliques *a* (fig. 6), percés comme des boisseaux de robinets, présentant verticalement leur ouverture lors du passage de la tige et leur partie pleine dès que le wagon voyageur est passé.

Ce mouvement est obtenu à l'aide de deux pièces mobiles *b*, placées l'une à l'avant et l'autre à l'arrière du wagon-directeur, et munies toutes deux d'un ergot qui pénètre dans une ouverture héliçoïdale ménagée sur la longueur des robinets cylindriques *a*. De cette manière, le premier ergot fait correspondre les deux ouvertures du tube et du robinet qui permet alors le passage de la tige, et le deuxième referme cette ouverture immédiatement après le passage de cette tige. L'énoncé seul de cette proposition suffit pour en faire reconnaître la difficulté pratique.

Un mode de fermeture dont on a paru s'occuper sérieusement, est celui de M. Hédiard, breveté pour 15 ans, le 27 novembre 1844, sous le titre de : *Tube fermant hermétiquement, applicable au système atmosphérique des chemins de fer*, et représenté sur la fig. 5, pl. 6.

L'ouverture longitudinale pratiquée sur la partie supérieure du tube de propulsion A, est fermée, dans ce système, par deux lames d'acier *a* formant ressort; ces lames, d'une largeur de 0^m 11 à 0^m 12 et d'une très-faible épaisseur, égale sur toute leur longueur, sont recourbées en arc de cercle, viennent présenter leur convexité et sont en contact dans leur partie supérieure sur une faible surface. Ces ressorts ne sont pas abandonnés à eux-mêmes, ils s'appuient exactement sur le tube de propulsion, dont la surface extérieure présente la concavité nécessaire à cet effet, et ils ne sont en saillie que de 0^m 04 à 0^m 05 au-dessus des parois de la rainure. Ils sont arrêtés dans leur partie inférieure au moyen de vis taraudées dans la fonte et de tringles qui servent à les presser également sur toute leur longueur. Fixés ainsi à une assez grande distance de la rainure, ces ressorts sont placés de

telle sorte que les surfaces supérieures en contact n'exercent l'une sur l'autre qu'une faible pression.

Pour compléter le système et pour empêcher que l'air ne puisse pénétrer dans l'intérieur du tube de propulsion, un réservoir formé par deux baguettes horizontales *b* et rempli de graisse, est établi dans toute la longueur; il renferme les ressorts et s'élève de quelques centimètres en contre-haut de leur partie supérieure.

Ce genre de fermeture fut expérimenté sur une étendue de 1697m 20, à Saint-Ouen, près Paris, dans le but de faire apprécier d'une manière certaine les avantages ou les inconvénients de la soupape Hédiard, et de permettre aussi d'en faire la comparaison avec la soupape Hallette, comme avec la soupape Clegg et Samuda. Nous ne terminerons pas cet aperçu du système, sans rendre compte du résultat de quelques expériences.

Après la pose des ressorts dans les conditions premières, les rentrées d'air n'ont pas permis de faire le vide à plus de 0m20; il en était presque de même en laissant les surfaces des ressorts à découvert, après avoir interposé des bandes de feutre ou de toile dans les divers joints, pour éviter qu'il y eût des métaux en contact; mais on a pu élever le vide à 0m 45, dans cette dernière condition, lorsque la graisse s'est élevée à 0m01 en contre-haut de la soupape longitudinale, on n'a plus obtenu cet effet lorsque les joints en bitume ont commencé à couler; mais aussitôt après l'achèvement des dernières dispositions adoptées pour l'établissement de la soupape longitudinale, et lorsque les joints des tubes n'avaient encore reçu qu'une réparation provisoire, le vide a été fait à 0m 50.

Avec un vide de 0m 30 à 0m 375, le train franchit facilement en une minute les 595 mètres de développement du tube de propulsion, en atteignant ainsi une vitesse moyenne de 36 kilomètres ou 9 lieues à l'heure, gravit la dernière partie de la rampe, gagne le point de la pente où commence la déclivité de 0m 007 mill., et revient au point de départ de telle sorte que le piston s'introduit de lui-même dans le tube de propulsion, où le train est lancé de nouveau à une grande vitesse.

Avec un vide de 0m 45 à 0m 50, le train franchit les 595 premiers mètres en trente secondes, et revient au point de départ, après avoir parcouru en une minute et demie les 1102 mètres restants; de sorte que leur total, présentant un développement de 1697 mètres, est fait en deux minutes. La vitesse moyenne est dans ce cas de 72 kilomètres ou de 18 lieues à l'heure dans le parcours du tube de propulsion, mais elle est beaucoup plus considérable vers le milieu de ce parcours.

Les vitesses indiquées ci-dessus sont évidemment suffisantes pour faire des expériences sur la soupape longitudinale; mais, dans l'un et l'autre cas, le volume d'expansion de la pompe pneumatique (1) n'est pas assez considérable pour entretenir le vide pendant la marche du train, au degré où il est mis avant le départ.

(1) Nous décrirons cette pompe avec détails sur une des planches suivantes.

Dans le premier cas, la soupape de sortie ne s'ouvre que lorsque le piston a dépassé le point de jonction du tube de propulsion, avec le tube d'aspiration, et dans le second cas, l'ouverture de cette soupape a lieu à 100 mètres au moins en avant du piston.

La tige ne s'échauffe pas sensiblement dans la marche du train; les ressorts formant soupape reprennent après son passage leur position première, et rien n'annonce jusqu'ici qu'ils éprouvent une altération quelconque.

Lorsque les rentrées d'air sont assez considérables pour que le vide s'opère difficilement, les tuyaux du tube de propulsion éprouvent un mouvement de baillement qui fait ouvrir de 0^{m}001 environ, la rainure longitudinale. Cet effet est beaucoup moins fort, lorsque le vide atteint un certain degré.

Sous le titre général de *système de locomotion*, M. Andraud prit, le 5 novembre 1844, un brevet de 15 ans, dont le principe constamment perfectionné jusqu'à présent, doit être expérimenté en grand sur l'ancienne ligne de Saint-Germain. Nous en avons donné un aperçu sur la fig. 19, pl. 7, qui représente une section transversale du système.

Description du système. — Que l'on suppose entre les deux rails d'une voie de fer un tube régnant sur toute la longueur du chemin. Ce tube, composé d'une partie solide A, et d'une partie flexible *a*, est fixé par des patins en fonte *b*, de mètre en mètre, sur les traverses de la voie; la partie rigide ou solide de ce tube, est une pièce de fonte ou un madrier de bois dur métallisé, placé sur champ. Maintenant qu'on se figure les parois de ce dernier couvertes par deux longues bandes de cuir ou de fortes étoffes préparées dans des dissolutions de caoutchouc et fixées au madrier par leurs rebords, de manière à pouvoir alternativement s'appliquer au fond des gorges et se gonfler.

Ainsi disposé, le tube se composera de deux tubes jumeaux qui, si on y injecte de l'air, se gonflent, et, si on en retire l'air, s'aplatissent.

Cela bien compris, que l'on imagine sur la voie une série de wagons, sans locomotives, et en tête du premier wagon deux rouleaux verticaux B, tournant sur des axes parallèles et ayant la faculté de se serrer fortement l'un contre l'autre par des pressions élastiques; ces rouleaux, en bronze très-poli, s'appliquent exactement sur les faces latérales du tube. La figure 19 montre de face ces deux rouleaux, appelés *piston-laminoir*, au moment où ils pressent les diaphragmes On comprend aisément que si, à l'arrière du convoi, de l'air, provenant d'un réservoir où il est comprimé, est injecté dans le tube ou dans les deux tubes jumeaux, ceux-ci se gonfleront jusqu'aux deux rouleaux qui s'opposent au passage de l'air; mais l'air continuant à dilater les bandes flexibles, ces bandes, en se gonflant, impriment aux deux rouleaux un mouvement de rotation, et pous-

sent tout le convoi en avant avec d'autant plus de force que le tube est plus large, ou que l'air est plus fortement condensé. Voici comment s'opère ce mouvement de traction : chaque fibre longitudinale du tube agit, en se développant, sur chaque section correspondante des rouleaux, comme le ferait une corde sur une poulie; il y a emploi total de la détente de l'air.

La particularité du mode de traction qui vient d'être décrit réside donc dans le tube propulseur, composé, comme on le voit, d'une partie *solide* et d'une partie *flexible* et dans le *piston-laminoir*, lequel agit à l'*extérieur* du tube; c'est là toute l'invention. Ce qui doit surtout frapper dans l'ensemble de ce système, c'est son extrême simplicité et l'absence complète de mécanisme.

Nous donnerons prochainement, après les essais, un tracé détaillé et complet de ce système, ainsi que des pompes motrices qui compriment l'air nécessaire à sa marche.

M. Cossus a également proposé, en 1846, une nouvelle voie atmosphérique à air comprimé; elle est formée par une série périodique de trois tubes. Pour former la série, on place une période semblable à celle-ci à la fin du tube; on continue à en placer encore une semblable à la fin du nouveau tube, et ainsi de suite jusqu'à combler une longueur donnée. De cette manière on aura une file de tubes symétriques, placés sur le même axe et distancés de la somme des longueurs des deux autres tubes. Ceux-ci se trouvent dans des conditions absolument semblables, relativement à leurs symétriques des périodes suivantes.

Les tubes sont assemblés deux à deux par des vis qui serrent la bride de l'un d'eux contre la paroi de l'autre; c'est là que leur communication est établie. La distance d'une communication à l'autre est égale à dix mètres; leur diamètre intérieur est égal à $0^{m}15$. Ils sont terminés, d'un côté, par une boîte à étoupes, et de l'autre, à air libre, par un rebord circulaire et intérieur.

Chacun de ces tubes est muni d'un piston destiné à le parcourir; sa tige est terminée par un crochet : elle est guidée par trois poulies suivant une plate-bande fixe.

Le chariot qui remorque le convoi est mobile sur dix-huit galets, suivant deux plates-bandes-guides établies dans toute la longueur de la voie. Au-dessous de ce chariot sont placées trois palettes à rochet; ce sont les trois points d'application des crochets de traction.

L'air est introduit par un tube auxiliaire au moyen d'un moteur qui fait agir les pompes foulantes. Le piston est chassé vers l'extrémité du tube; d'où il résulte : 1° que, par son crochet, il a dû faire parcourir au chariot une distance égale à celle qu'il vient de parcourir lui-même, égale à la longueur du tube; 2° que, en dépassant la communication des deux tubes, il a soumis le piston à la pression atmosphérique; 3° enfin qu'en achevant sa course il repousse la clavette coupée en sifflet qui, par le fléau, soulève

l'autre sifflet, de sorte qu'il se fixe lui-même et il met en liberté le piston du second tube.

Nous arrivons ainsi au mouvement du deuxième piston ; mais avant, il faut observer que le premier, au lieu de finir sa course là où le second doit commencer la sienne, la continue jusqu'à $0^m 40$ plus loin. La raison de ceci est que le crochet doit emmener le chariot assez loin pour que la palette à rochet dépasse le crochet, et que la prise de celui-ci puisse avoir lieu. Le deuxième piston parcourra donc le tube jusqu'à l'extrémité, et son crochet emmènera le chariot au delà du crochet du troisième piston. Ce second croisement de pistons produit les mêmes résultats que le premier, et ainsi de suite pour tous les tubes suivants.

Arrivé au dernier tube, l'air comprimé sera mis en liberté, ce qui sera indiqué par le manomètre qui doit se trouver au point de départ. Aussitôt les pompes foulantes, par un jeu particulier des soupapes, deviennent aspirantes et rappellent les pistons dans un ordre inverse, en commençant par le dernier ; car ce n'est que le retour de celui-ci qui mettra en liberté le pénultième en le dégageant de sa clavette, et ainsi de suite, de l'un à l'autre jusqu'au retour du plus rapproché du moteur.

Nous voici arrivé à la cinquième série dont nous avons parlé plus haut, MM. Labruère et Griffiths furent les premiers privilégiés pour cette idée, le 3 janvier 1845. *Système atmosphérique applicable aux chemins de fer*, tel est le titre de leur brevet de 15 ans.

L'idée principale de cette invention est de faire marcher les trains au moyen du vide, mais sans ouverture à la soupape, et par conséquent sans tige de connexion. A cet effet les auteurs emploient un genre de soupape flexible *a* (fig. 8 et 9, pl. 7), composé d'un cuir boulonné sur toute la longueur de la rainure longitudinale, mais non tendu dans le sens de sa largeur, de façon à pouvoir s'élever ou s'abaisser, sans donner pour cela de passage à l'air : cette soupape est bordée de lames métalliques sur toute sa longueur, pour empêcher l'usure.

Le piston B est muni de deux galets C, dont la circonférence est dans un plan plus élevé que le point culminant du tube A, de manière à presser sur la lanière *a*, et à la tendre d'une certaine quantité. Un autre galet C', fixé au wagon propulseur, vient s'appuyer entre les deux premiers, et rend l'adhérence complète entre ces trois parties. Il en résulte que si le piston sollicité par la pression qui le pousse sur une de ses faces, tend à se déplacer et à faire tourner par conséquent les roulettes C qui le garnissent, celles-ci par leur adhérence avec la soupape et avec le galet du wagon directeur, feront tourner ce dernier avec la même vitesse. Pour rendre ce mouvement plus énergique, les auteurs ont imaginé d'ajouter sur l'essieu-moteur portant le galet de friction C', deux autres galets ou poulies qui viennent commander par des courroies, les grandes roues motrices reposant sur les rails, et qui aident ainsi à la propulsion.

Les auteurs ont proposé, en outre, de construire deux tubes au lieu d'un seul et de se servir de ces tubes comme rails pour supporter la charge, ou bien encore de les fondre d'un seul morceau et d'utiliser le même vide pour les deux. Ils étendent également leur privilége à l'emploi d'une soupape *c*, dont serait muni le piston B, et qui, mise en mouvement par une suite de leviers *d*, d^1, d^2, placés à portée du mécanicien et employés au serrage des freins, permettrait de lancer de l'air dans la partie vide et par suite de modérer la vitesse ou d'arrêter même entièrement le convoi.

Dans un deuxième brevet qui fut délivré aux mêmes auteurs, le 30 mai 1845, et dont le titre (*Tubes en bois propres aux chemins de fer atmosphériques*) fait connaître la substance, les lames de bois proposées *b* (fig. 12, pl. 7), seraient assemblées par un nombre quelconque de côté avec de la glu marine. L'intérieur serait également enduit de cette substance, et comme elle produirait inévitablement des inégalités, on pratiquerait une sorte d'alésage cylindrique, en faisant circuler dans l'intérieur du tube A, un piston métallique rougi au feu, qui en égaliserait les parois. Dans ce cas comme dans le premier, la fermeture longitudinale resterait la même.

Un système appelé par l'auteur, M. Power, *Système de chemin de fer à moteur d'air comprimé*, et breveté le 21 janvier 1845, consiste dans l'emploi de l'accumulation de l'air comprimé qu'il fait arriver derrière le piston voyageur, dans un tube A (fig. 7, pl. 7), construit d'après le système irlandais. On peut remarquer toutefois que la soupape *a*, tendant à s'ouvrir du dehors en dedans, est fermée à peu près hermétiquement par la pression de l'air comprimé, et que pour rendre son ouverture plus facile la tige de connexion C porte un galet horizontal *b* qui adoucit le frottement.

Pour empêcher la soupape de recevoir la pluie, M. Power la recouvre dans toute sa longueur d'un plateau en tôle; mais l'utilité de ce plateau peut être contestée devant l'emploi défectueux qu'il nécessite d'un coude trop prononcé à la tige C.

L'auteur prétend qu'on pourrait, d'après le même principe, se servir de vapeur d'eau à une haute pression pour obtenir les mêmes effets.

On peut ranger dans la seconde série le procédé imaginé par M. Jobard et breveté en sa faveur, le 27 janvier 1845, sous le titre de *chemin de fer atmosphérique et transport de la force à grande distance*. Ce procédé, dont nous donnons un aperçu sur la fig. 8, pl. 6, repose sur l'idée d'envoyer l'air comprimé sous les pistons d'une locomotive ordinaire pour remplacer la vapeur. Cet effet est obtenu :

1° Par un tube dans lequel on comprime l'air et qui est fermé par une soupape pour empêcher les fuites;

2° Par un disque ou soufflet percé de trous qui puise cet air dans le tube et l'envoie à la machine motrice.

Ainsi on peut remarquer que le tube se compose d'une espèce de cuvette en fonte A, garnie dans son intérieur d'une couche de plomb *b*. Sur la saillie de cette garniture repose la soupape proprement dite *a*, composée de deux

forts cuirs consolidés par des lames de fer et réunis en forme de cône par le sommet *c*. Ce tube ou réservoir A peut être placé soit sur le milieu de la voie, soit sur les côtés en servant de rails, soit encore renversé en présentant son ouverture à l'extérieur du chemin. Dans l'une ou l'autre de ces dispositions, la locomotive porte un disque en forme de lentille percé de trous vers sa circonférence qui, forcé de recevoir un mouvement de rotation par la marche même du convoi, présente alternativement ses ouvertures à l'action de l'air comprimé contenu dans la capacité A et à celle de l'air atmosphérique. Or, par la construction toute particulière (1) du disque précédent qui est garni d'un cuir percé de trous, épousant à l'intérieur la forme exacte de sa surface et pouvant néanmoins se soulever comme la soupape d'un soufflet ordinaire, on concevra que l'air comprimé puisse se transmettre d'une manière uniforme aux cylindres moteurs. En effet, à mesure que les trous se présentent dans le tube A, la soupape en cuir est soulevée par la force de l'air comprimé qui se rend sous les pistons de la machine par des tuyaux convenablement disposés à cet égard et s'adaptant au disque lenticulaire avec lequel ils voyagent.

Ce système paraît théoriquement fort ingénieux, il se combine avec la plus grande facilité avec celui de M. le baron Séguier, imaginé pour éviter les déraillements et franchir facilement les rampes et les courbes à petits rayons; on sait que ce dernier consiste en deux grandes roues horizontales motrices *r*, embrassant un rail intermédiaire placé au milieu de la voie et empêchant toute espèce de mouvement latéral.

L'idée de faire marcher les convois sans tige de connexion et par suite sans ouverture longitudinale mobile, idée que nous avons classée dans la deuxième série à la tête de laquelle figurent MM. Labruère et Griffiths, a été reprise par MM. Clegg et Samuda qui, en 1845, le 7 février, demandèrent un brevet de 15 ans, sous le nom de M. Bonfil, pour des *Perfectionnements apportés aux chemins de fer atmosphériques.*

Ce brevet repose sur le même principe que celui décrit, page 94 ; seulement les auteurs ont imaginé de construire le tube et, par suite, le piston ovale, ce qui l'empêche naturellement de tourner, et tient constamment les galets en contact avec la rainure flexible construite en tout de la même manière que celle de MM. Labruère et Griffiths.

Une large soupape s'ouvrant à l'intérieur du tube, permet, en envoyant de l'air dans celui-ci, d'arrêter ou de ralentir la marche du convoi.

En suivant la marche des découvertes, nous trouvons que M. Mac-Dougall, de Manchester, prit, le 8 mars, un brevet de 15 ans, pour des *Perfectionnements apportés aux moyens employés pour le fonctionnement des chemins de fer atmosphériques, lesquels perfectionnements peuvent aussi être appliqués aux canaux et rivières*, et que ces perfectionnements consistent dans l'idée d'opérer le vide du tuyau longitudinal placé sur la voie,

(1) Nous reviendrons sur les détails de cette construction dont nous retrouverons l'application en décrivant les pompes à air du chemin atmosphérique de Saint-Ouen, pl. 12.

par le moyen de la vapeur. A cet effet, d'énormes chaudières sont mises en communication avec le tube propulseur, au moyen d'un assemblage de tuyaux et de robinets. Lorsqu'on veut purger le tube, on ferme la communication, on laisse arriver la vapeur dans les chaudières qui, chassant l'air qui s'y trouve enfermé, remplissent bientôt celles-ci de vapeur. Si l'on vient alors à condenser cette vapeur et à ouvrir la communication avec le tube, le vide qui était formé dans les chaudières se répartira en égale partie dans le tube. On peut arriver ainsi à obtenir le vide aussi parfait que possible.

Dans un deuxième brevet demandé le 16 août 1845, l'auteur, tout en conservant le principe de faire le vide ci-dessus énoncé, propose en outre de faire marcher les convois par friction en construisant la soupape en une matière flexible *a* (fig. 13, pl. 7), qui présenterait, fermée, la forme d'une coupe, et ouverte, c'est-à-dire tendue au moyen du passage de galets, la forme d'un cylindre.

Un système que nous ne mentionnerons que pour mémoire, en ce qu'il nous a paru d'une disposition trop défectueuse, est celui de M. Perreul, breveté pour un *Système de chemin de fer atmosphérique*, le 15 mars 1845.

L'auteur supprime complétement les rails; il les remplace par deux nervures fondues avec le tube et sur lesquelles glissent une suite de petits galets solidaires avec les wagons. La tige de connexion qui relie le convoi au tube épouse intérieurement la forme de ce dernier, du moins dans sa partie supérieure, ce qui sert, suivant M. Perreul, à maintenir l'équilibre et à empêcher le déraillement. Le poids des voyageurs, placés de chaque côté dans les voitures, suffit pour que cet équilibre ne soit pas rompu ; mais dans le cas où la différence de chargement serait trop forte, il faudrait placer des poids en plomb, pour rétablir la balance.

Le 19 du même mois, MM. Jullien et Valerio prirent un brevet de 15 ans pour un *Système de chemin de fer atmosphérique* présentant des dispositions qui paraissent nouvelles.

Ce système, que nous avons représenté sur les fig. 1, 2 et 3, pl. 8, diffère essentiellement des autres en ce que :

1° Il n'y a plus de railway en fer;

2° Il y a deux tubes au lieu d'un qui servent en même temps de railway et de moteurs;

3° Il n'y a pas de fente longitudinale dans les tubes, la transmission de mouvement étant intermittente en principe, bien que continue en réalité;

4° Le convoi quoique inséparable des pistons en est indépendant.

Tubes. Le chemin de fer se compose de deux tubes en fonte A, régnant sur toute la longueur de la voie. De distance en distance, ces tubes sont percés d'orifices B, fermés par des galets coniques en fonte C, qui portent sur une garniture en cuir D, ces galets sont venus de fonte avec les axes E, pouvant tourner sur eux-mêmes, et s'élever dans deux fentes F, pratiquées à cet effet dans une boîte en fonte G, qui les contient exactement, ainsi qu'un autre galet cylindrique en fonte H, à deux diamètres, portant sur le

premier et muni comme lui d'axes mobiles sur eux-mêmes et dans la fente F.

Les tubes A sont assemblés à emboîture cylindrique tournée, alésée et garnie de minium. Ils sont maintenus par des oreilles I, placées de distance en distance et dans lesquelles on enfonce des chevilles qui vont se loger dans des traverses en bois analogues à celles des chemins de fer ordinaires. A la partie inférieure des tubes est une rainure K, régnant sur toute leur longueur; c'est sur cette rainure que s'opère toute la charge du convoi, aussi l'épaisseur de la fonte y est-elle plus considérable que dans les autres parties des tubes. Au lieu d'une section circulaire, les auteurs appliquent également des tubes aplatis, qui ont l'avantage de coûter moins cher et de remplir à peu près le même but.

Piston. Le piston-moteur se compose de deux parties distinctes, savoir : le piston proprement dit et le chariot.

Le piston L ne diffère des pistons ordinaires que par une particularité insignifiante sur laquelle nous reviendrons plus loin. Le chariot M se compose d'une ou de plusieurs bandes de fer, assemblées entre elles, à charnière. De distance en distance, ces barres portent sur des roulettes en cuivre ou en bois dur, avec axe en acier, se logeant dans des coussinets en bronze. Le chariot est disposé de telle sorte que quand il est au-dessous des galets C, il les soulève d'une quantité suffisante pour qu'ils n'aient de contact avec les parties fixes que par leurs axes dans les fentes de la boîte G, et permettent à l'air extérieur d'entrer en communication facile avec l'intérieur du tube.

Convoi. Le convoi se compose d'une ou plusieurs voitures en forme d'omnibus placées les unes à la suite des autres sur les galets H, immédiatement au-dessus du chariot M. Ces voitures portent sur ces galets, au moyen de plates-bandes en fer à rebord O. De chaque côté de ces plates-bandes et assemblées à charnière avec elles, sont deux lames longitudinales P, mobiles à la main au moyen de leviers R (fig. 3), et servant de freins conducteurs par leur serrage contre les boîtes à galets. Il est inutile de dire que les plates-bandes et les freins sont évasés sur l'avant des wagons, de manière à faciliter l'introduction des galets nouveaux au fur et à mesure qu'ils se présentent pendant la marche du convoi.

Fonctionnement de l'appareil. Les pistons sont placés au point de départ à côté l'un de l'autre, et les wagons sur les galets soulevés par les chariots. Sitôt que le vide s'établit devant les pistons, ils avancent et entraînent avec eux leurs chariots respectifs. Afin que les galets ne soient soulevés que quand les pistons sont passés, ces derniers sont munis d'une rainure, d'une section exactement égale à celle des galets inférieurs, et fermée à l'endroit des deux cuirs par une charnière à ressort Q. Quand les pistons sont passés, les galets C sont soulevés insensiblement, et comme ils ne portent que sur les chariots, ils tournent et communiquent leur mouvement de rotation aux galets supérieurs qui, eux-mêmes, font avancer les wagons dans le sens des pistons. Comme il peut y avoir une perte de vitesse au convoi, provenant du glissement des galets l'un sur l'autre, ou entre les parties plates en

contact avec eux, les galets supérieurs sont à deux circonférences, dont l'une, la plus petite, porte sur le galet inférieur, et l'autre, la plus grande, sur la plate-bande du wagon. De cette manière les pistons tendent constamment à communiquer au convoi une vitesse supérieure à la leur.

Dans les descentes où le poids du convoi vient en aide à l'action des pistons, cette différence de diamètre aurait pour conséquence infaillible de donner de l'avant au convoi. Pour éviter cela, on fait usage des freins, qui, par leur frottement contre les boîtes à galets, ralentissent, de la quantité qu'on désire, la marche du convoi.

Les pistons, bien que privés de toute communication directe entre eux, avancent également, par la raison que toutes les parties en contact roulant les unes sur les autres, il ne peut y avoir avancement de l'une d'elles sans que les autres avancent également; autrement il y aurait frottement de glissement quelque part; car celui-ci ne peut provenir que d'une résistance supérieure à l'adhérence, et le frottement de roulement, qui est la seule résistance dans ce cas, lui est de beaucoup inférieur.

Il résulte de là que, dans les courbes, les avancements des pistons sont proportionnés aux rayons de ces courbes. En effet, la bande intérieure roulant tangentiellement à la courbe intérieure, la vitesse de la bande extérieure augmente forcément, ce qui ne peut avoir lieu sans que celle du chariot moteur situé au-dessous augmente aussi, soit par la diminution de résistance, soit par l'action même de cette bande qui est solidaire.

La fermeture par les galets présente, suivant les auteurs, les avantages suivants :

1° Elle est plus hermétique et plus simple que beaucoup d'autres;

2° Elle n'exige pas l'emploi d'une quantité considérable de graisse;

3° Elle permet une assez grande rentrée d'air derrière les pistons pour maintenir la pression atmosphérique constante.

Les tubes pouvant être noyés dans le sol, les passages à niveau sont excessivement faibles. Quant aux changements de voie dans les gares d'évitement, ils se font de la manière la plus simple. En effet, il suffit pour cela d'interrompre les tubes aux points de croisement, de manière à laisser la portion attenante aux boîtes à galets et la rainure dans laquelle roulent les galets du chariot. Le croisement se fait alors au moyen d'aiguilles à rainure, comme dans les autres chemins de fer; et c'est par la vitesse acquise que les convois franchissent ces portions de voie non soumises à l'action du moteur.

Nous retrouvons dans le brevet de M. Pinkus, pris le 27 mars 1845, pour un *Système perfectionné de chemin de fer pneumatique et atmosphérique*, l'idée émise antérieurement par MM. Labruère et Griffiths, de faire marcher les convois par la friction de plusieurs galets sur une soupape élastique longitudinale, et nous la retrouvons sans aucune modification importante perfectionnant le système.

Un principe auquel personne n'avait probablement songé est celui bre-

veté en faveur de M. Chopineaux, le 9 avril 1845, sous le titre de *Chemin de fer à locomotive atmosphérique*. Il repose sur l'emploi de l'eau au lieu de vapeur ou d'air pour alimenter le cylindre vertical d'une locomotive dont le piston doit communiquer le mouvement aux roues. L'auteur propose, à cet effet, de construire son chemin à 20 mètres au-dessous du niveau des rivières, et de le garnir d'un tube longitudinal recevant, de distance en distance, des tubes intermédiaires qui servent de conduits, et qui s'embranchent avec un tube élémentaire placé dans le lit des rivières environnantes. La pression de l'eau qui arrive constamment dans le tube longitudinal fait monter le piston, qui communique son mouvement aux manivelles motrices.

On doit à M. Alexandre le perfectionnement d'un procédé qui ne manque pas d'originalité; il est enregistré parmi les brevets à la date du 29 avril 1845, sous le titre de *Mode d'application aux chemins de fer de l'air comprimé*. Le tube proposé par l'auteur présente la forme d'un demi-cercle; il est garni d'une substance flexible telle que cuir, caoutchouc, etc., qui peut être gonflée par l'air comprimé que l'on introduit entre sa surface et celle du tube présentant alors en section la forme circulaire.

Les fig. 10 et 11, pl. 7, peuvent donner une idée exacte de cette combinaison. Elles font reconnaître que si on place préalablement sur la partie creuse du tube A une boule métallique sphérique B, munie de deux tourillons *a*, et qu'on fasse arriver en même temps un courant d'air comprimé sous la surface élastique C, la pression de cet air fera gonfler la substance dont elle est composée, et tendra par conséquent à faire tourner et avancer la boule sphérique. Il suffira donc de relier les tourillons de cette dernière avec le wagon directeur pour lui transmettre un mouvement régulier. Dans ce but, l'auteur propose de faire tourner les tourillons *a* dans un palier mobile solidaire avec le wagon, et glissant avec lui sur la surface supérieure dressée du tube A. Nous avons vu, page 76, que M. Faulcon est aussi auteur de ce principe.

Le *Système de chemin de fer atmosphérique* de M. Zambaux, breveté pour 15 ans le 29 avril 1845, repose sur la simple pression de l'atmosphère, ou plutôt sur une fraction plus ou moins grande de cette pression; c'est donc le système atmosphérique proprement dit.

Que l'on conçoive, indépendamment du tube de propulsion existant dans toute l'étendue de la voie, un autre petit tube de 12 à 15 centimètres de diamètre, placé parallèlement au tube de propulsion et de la même longueur, que nous nommerons tube récipient d'air ou tube latéral, et communiquant de 1/2 kilomètre en 1/2 kilomètre, plus ou moins, avec le tube de propulsion; que ces communications soient fermées par une soupape qui sera ouverte et fermée en temps utile; que le tube de propulsion soit lui-même fermé par une palette un peu au delà de chacune de ces communications, comme il l'est en face de chacune des grandes machines du système actuel, pour faire passer le convoi de la sphère d'action de

l'une dans celle de la suivante; et qu'enfin, au lieu de mettre les machines fixes en communication avec le tube de propulsion, on les fasse communiquer avec le tube récipient d'air; tout étant ainsi disposé, si nous mettons en activité les machines fixes, le vide sera bientôt fait dans le tube récipient d'air à un degré convenable pour faire fonctionner l'appareil atmosphérique, c'est-à-dire aux 3/4, ou ce qui vaudra mieux encore aux 4/5.

Supposons maintenant un convoi au moment de son départ : si l'on ouvre la première communication, placée à 1/2 kilomètre en avant du convoi, l'air contenu dans l'espace compris entre la palette qui ferme la première section du tube de propulsion et la face antérieure du piston voyageur, se précipitera dans le tube récipient d'air où existe le vide qu'on vient d'y faire à l'aide des machines fixes, et le convoi se mettra immédiatement en marche et prendra une vitesse d'autant plus grande que le vide sera plus complet dans le récipient. Un instant avant l'arrivée du convoi, à l'extrémité de la première section, la palette, placée à l'extrémité de la seconde, sera soulevée pour le fermer, et la soupape de la communication ouverte pour donner issue à l'air qui y est contenu et le faire passer dans le tube récipient; puis la palette qui ferme la première section du tube de propulsion s'abaissera pour donner passage au piston voyageur, puis enfin la soupape qui a donné issue à l'air de la première section sera fermée, et cela un peu avant que le piston voyageur soit parvenu à sa hauteur ou en face de cette première communication.

Arrivé dans la deuxième section du tube de propulsion, le piston voyageur y trouvant le vide fait comme nous venons de le dire, y marchera avec la même vitesse que dans la première, ainsi que dans les sections suivantes, où tout se passera de la même manière.

Pendant ce jeu de l'appareil atmosphérique, les machines fixes ou les moteurs de pompes pneumatiques, placés arbitrairement et non systématiquement de 5 en 5 kilomètres, comme dans le système anglais, travailleront incessamment à extraire l'air atmosphérique que les ouvertures successives des soupapes y projetteront. Par cette disposition, la tension ou la raréfaction de l'air dans le tube récipient restant à peu près la même, les moteurs qui auront à soulever constamment un poids égal fonctionneront toujours régulièrement, et le travail mécanique qu'ils auront à faire sera sans cesse en harmonie avec leur puissance.

On pourrait faire ouvrir et fermer par les cantonniers de la voie les palettes et les soupapes que nécessite le passage d'un convoi d'une section dans une autre, et cela au moyen du télégraphe électrique avertisseur, mais cette opération importante peut être plus heureusement faite par un mécanisme convenable qui remplirait exactement toutes les conditions nécessaires.

Nous avons représenté sur la pl. 6 une section du tube et de la soupape employés par M. Zambaux, et qui se compose d'une triple épaisseur de lanières en cuir *a* soulevée par la fourche de la tige du piston C, et sur la pl. 8, une application et un perfectionnement des principes que nous venons

d'exposer en se servant de l'air comprimé ; nous reconnaîtrons, en effet, que ce dernier mode paraît présenter, d'après l'auteur, des avantages notables.

Ainsi les fig. 9 et 10 représentent en coupes longitudinale et tranversale la nouvelle soupape destinée à mettre en communication les diverses sections ou périodes du chemin. Voici la manière dont elle est mise en mouvement : le dessous du wagon directeur I, porte une espèce de châssis incliné qui, dans sa marche, agit sur des bascules après lesquelles sont attachés des fils de fer, qui font mouvoir le levier *i* dans un sens ou dans l'autre. L'axe d'oscillation de ces leviers fait mouvoir en même temps la clef d'un robinet à air et un secteur denté agissant sur la crémaillère *c*, de manière à pousser un loquet ou verrou sous les registres D, qui interceptent ou qui ouvrent la communication du tube réservoir avec le tube propulseur, et d'un autre à fournir de l'air sur ou sous le piston *f*. Ceci étant entendu, on se rendra facilement compte du fonctionnement de l'appareil. En effet, le vide étant fait dans le tube auxiliaire B, le premier registre, placé horizontalement et la soupape conique *d* fermée et reposant sur son siége, le plan incliné du wagon agira sur la première bascule et fera en même temps ouvrir la soupape, évacuer l'air du tube A, en passant par les conduits *b* et *e*, et pousser le verrou du registre D ; le piston prendra alors son mouvement qu'il continuera jusqu'à la seconde période ; mais, par un autre mouvement de bascule, la soupape s'étant refermée, le petit robinet d'air qui se trouve comprimé entre les deux registres forcera celui D' à basculer autour de son point fixe et à se placer comme nous l'avons vu pour la première période, et ainsi de suite pour les autres.

En résumé, voici, d'après l'auteur, les avantages de ce nouveau mode de propulsion, comparés à ceux du système irlandais :

1° Les moteurs pourront fonctionner utilement, sans interruption, pendant le service journalier, au lieu de quelques minutes seulement durant le passage d'un convoi ;

2° Un moteur de la force de 10 chevaux fera un travail utile, semblable à ceux de 100 à 150 chevaux que l'on doit placer de cinq en cinq kilomètres dans le système irlandais. Résultat facile à comprendre, puisqu'il est la conséquence forcée de l'action simultanée et solidaire des moteurs ;

3° Le fonctionnement régulier de l'appareil ne dépendra plus du dérangement d'un des organes de ces mécaniques ; un ou plusieurs d'entre eux pourront entrer en réparation, sans qu'il survienne pour cela la moindre perturbation dans le service ; autre conséquence, très-importante, résultant de l'action simultanée des moteurs ;

4° La rentrée de l'air dans le tube de propulsion sera forcément réduite des 9/10es, puisqu'au lieu de s'exercer sur une étendue de la soupape longitudinale de 10 kilomètres, elle ne pourra plus s'opérer que sur un seul ; enfin, elle sera réduite des 19/20es, si l'on veut diviser le tube de propulsion par sections de 500 mètres, au lieu de 1,000 mètres que nous avons supposé qu'on pourra leur donner ;

5° Le système sera indépendant des gares ou des machines fixes, et le conducteur du wagon locomoteur, devenu indépendant lui-même, pourra mettre le convoi en mouvement, le modérer ou l'arrêter quand il le voudra, sans qu'il soit obligé d'avoir recours à l'emploi des freins ou du télégraphe électrique ;

6° Enfin, les moteurs naturels qui ne sont pas applicables, ou fort difficilement, dans le système irlandais, le deviennent bien facilement ici, quelle que soit d'ailleurs leur puissance, et au moyen de tubes de raccordement on pourra les aller chercher à une grande distance des lieux où passera la voie de fer.

Le 8 mai 1845, M. Fastier prit un brevet pour des *Moyens et machines propres à la locomotion atmosphérique sur les chemins de fer.*

Le principe de ce brevet repose en même temps sur la fermeture du tube et sur les moyens d'exécution du chemin en général. Dans l'un, la soupape est composée de ressorts garnis à l'intérieur d'un cuir graissé. Ces ressorts pressent l'un contre l'autre ; mais pour rendre la fermeture plus exacte et moins accessible à l'eau ou à la poussière, on la termine par un crochet qui fait partie de l'un des ressorts et qui empêche l'autre de s'écarter. Au passage du piston, une pièce coudée et formant plan incliné décroche le loquet et offre à la tige un libre passage, cette dernière pressant sur les ressorts, tend à les ouvrir pour les laisser ensuite revenir sur eux-mêmes. Un autre système parmi ceux proposés par M. Fastier, serait de rendre un côté de la soupape mobile et à charnière, et de le faire fermer par un ressort indépendant qui aurait son point d'appui sur le contour du tube de propulsion.

Le brevet demandé par M. Pinkus, le 13 mai 1845, pour un *Système perfectionné dans la construction et dans le moyen de faire opérer les chemins de fer atmosphériques, système applicable à l'impulsion sur les canaux et les routes ordinaires*, paraît reposer sur le moyen déjà proposé par cet inventeur et d'autres personnes, pour opérer le mouvement par la friction. Du reste, l'auteur a tâché de réunir dans son privilége toutes sortes de principes et de procédés connus ou nouveaux. En présence du volumineux dossier qui accompagne sa demande, il est difficile de saisir l'unité ou la base de son invention ; c'est tout au plus si la durée des séances accordées au ministère de l'agriculture permet d'en compter les dessins et d'en feuilleter les mémoires. Nous ne serons pas taxé d'exagération en disant que le brevet et ses additions comprennent 182 pages in-folio et 49 dessins, la plupart format grand-aigle (1).

Nous mentionnerons parmi les découvertes qu'on peut ranger dans la troisième série, celle de M. Meyer-Rieter de Winterthur, breveté le 2 oc-

(1) On voit à ce compte que la taxe de 1,500 francs, exigée par la loi, pour un brevet de 15 ans, ne suffirait pas à payer les frais d'impression et de dessin, que la publication d'un tel travail susciterait au ministère d'après l'art. 24 de la loi du 5 juillet 1844. Nous venons d'apprendre que la deuxième annuité de ce brevet n'ayant pas été acquittée, l'inventeur est déchu de tous ses droits.

tobre 1845, sous le titre de *perfectionnements apportés aux systèmes de chemins de fer par l'air comprimé.*

Ces perfectionnements consistent dans l'application de grandes poulies placées horizontalement dans un plan inférieur ou supérieur à celui des rails, et recevant un mouvement de rotation plus ou moins rapide, par une autre poulie plus grande et également horizontale qui est commandée par la pompe pneumatique.

L'air est amené à l'aide du tuyau longitudinal *c*, qui est assemblé parallèlement à la voie, à chacune des pompes à air *e*, dont la communication avec ce tube est établie au moyen des valves ou des robinets *d*. Les pistons de ces pompes, qui sont toutes placées horizontalement et sur le côté du chemin, lorsqu'il n'y a qu'une seule voie, ou mieux entre les deux voies, lorsqu'il y en a deux, comme nous l'avons supposé fig. 6, pl. 8, ces pistons, disons-nous, transmettent leur mouvement par les bielles *g*, à l'axe des poulies *f* (fig. 6, 7 et 8).

Il est aisé de voir, par ces figures, que la poulie motrice *f*, qui n'a pas moins de 1m 50 de diamètre, est mise en contact, par sa circonférence, avec la poulie *i*, quand le chemin est établi avec une seule voie, ou si l'on veut avec les deux poulies *i* et *i'*, lorsque le chemin est à deux voies (fig. 6). La poulie *i*, et la poulie opposée *k* qui lui est parallèle, sont montées sur des goujons *l*, dont les bases quarrées ou plutôt rectangulaires sont ajustées à coulisse sur le châssis de fonte *m*, sur lequel ils peuvent glisser, en les rapprochant ou en les écartant, soit par des vis de pression, soit par d'autres moyens. La poulie *k* est tenue pressée contre la poulie *i* et par suite celle-ci contre la poulie *f*, au moyen d'un très-fort ressort ou d'un poids ; on conçoit que ce degré de pression peut être facilement réglé à volonté, et être variable, suivant la plus ou moins grande vitesse à laquelle on veut marcher.

Entre les deux poulies *i* et *k* vient passer la barre longitudinale *n*, qui est attachée soit au premier wagon placé en tête du convoi, soit à plusieurs wagons, par les supports *o*. On comprend sans peine que ces poulies, en tournant, tendent à entraîner la barre dans leur rotation, parce qu'elles s'appuient fortement contre elle des deux côtés à la fois, il en résulte qu'elles déterminent par suite la marche du wagon et celle de tout le convoi. Si on place ainsi des appareils semblables à des distances déterminées, les wagons recevant par instant une nouvelle impulsion, continueront nécessairement leur marche qui sera d'autant plus rapide que les poulies elles-mêmes marcheront à une plus grande vitesse.

Il est évident que les poulies *i'* et *k'* marchent en même temps que celles *i* et *k*, mais en sens contraire ; cette disposition n'embarrasse donc pas la marche des trains montants et descendants en appliquant deux voies parallèles, comme celles qui existent généralement.

Ces différentes poulies motrices étant placées sous les rails, on comprend qu'il faut, de toute nécessité, disposer les supports et les traverses en bois

qui doivent les recevoir, de manière à présenter toute la solidité désirable, ce qui ne présente d'ailleurs aucune difficulté dans l'exécution.

Les châssis ou plateaux *m* étant boulonnés sur les traverses *p*, et celles-ci étant elles-mêmes reliées par les longrines *r*, sur lesquelles nous supposons les chaises et les rails rapportés; présentent également une grande sécurité, par la fixité, par la solidité qu'on peut donner à toutes ces parties.

Pour régler la dépense de l'air comprimé, on peut fort bien disposer la clef de la valve ou du robinet *d*, de manière à permettre au conducteur de l'ouvrir ou de la fermer plus ou moins au moment du passage. On peut aussi s'arranger pour que le dernier wagon du convoi fasse fermer le robinet de chaque appareil, aussitôt que le convoi est passé, et les employés du chemin sont chargés de mettre les appareils en mouvement aux instants voulus, afin que chacun d'eux transmette aux trains la vitesse nécessaire.

L'appareil proposé par M. Brunier et breveté le 21 octobre 1845, sous le titre d'*Appareil à rentrée d'air applicable aux chemins de fer atmosphériques*, repose sur l'idée d'augmenter l'énergie des convois par des rentrées d'air artificielles qui agissent derrière le piston et poussent celui-ci. Cette idée recevrait son application au moyen de pompes à flotteurs et clapets, placées sur la ligne à des distances de 6 à 800 mètres, et fonctionnant simultanément par l'action du vide du tube propulseur et par celle de l'eau qui s'y trouve renfermée.

Vers la même époque, M. Mallet, utilisant à la fois les trois principes de MM. Clegg et Samuda, Hallette et Pinkus, proposait d'établir le tube propulseur A (fig. 6, pl. 6) avec deux joues *b*, destinées à recevoir la soupape longitudinale *a*. Celle-ci présente la forme d'un tube couvert en caoutchouc, gonflé constamment par la pression de l'eau qu'on y fait arriver par de petits tubes ou boyaux intermédiaires. La tige C est munie de trois galets *c*, placés dans des plans différents, et présente la forme d'une fourchette, afin de recevoir la soupape tubulaire soulevée par ceux-ci. Un autre rouleau, solidaire avec le wagon, tend à réintégrer la valve *a*, entre les deux joues en fonte *b* et à lui faire épouser exactement la forme de ces derniers, ce qui est d'autant plus facile que, par sa nature même, elle se prête à toutes les exigences. La manœuvre des convois a lieu de la même manière que dans les systèmes de la première série.

Le 13 novembre 1845, M. Hédiard prit un brevet pour un *Système de fabrication de tubes propres aux chemins de fer atmosphériques*, consistant dans l'idée de construire ces derniers en tôle, d'y ajuster des nervures en fonte et d'entourer le tout par une enveloppe en bois, en introduisant préalablement dans les intervalles laissés entre les nervures un mastic pour empêcher les fuites. Cette invention aurait pour objet de faciliter la main-d'œuvre, de présenter plus de solidité, plus d'économie et d'empêcher toute oxidation.

Nous citons pour mémoire M. Robert, qui, sous le titre de : *Moyens de locomotion des voitures et wagons sur les chemins de fer, par l'application*

de l'air comprimé, se fit breveter le 20 novembre 1845, pour un système reposant sur l'idée d'employer une espèce de roue à aubes, placée sous le wagon moteur, communiquant son mouvement aux roues motrices et le recevant elle-même de l'air comprimé s'échappant en temps utile par une série de tubes verticaux, s'embranchant avec un tube réservoir placé sur toute la longueur de la voie.

Nous mentionnerons également les dispositions de tubes proposées par M. Arnollet, et brevetées les 8 et 30 décembre 1845, sous le titre de : *Perfectionnements dans le système des chemins de fer atmosphériques*. Elles consistent : 1° en un tube en bois à section quarrée, se reliant et faisant partie des traverses de la voie et fermé par une des soupapes en usage ; 2° en un autre tube, construit soit en maçonnerie, soit en briques, plâtre ou dalles, qui, dans tous les cas, serait enduit de ciment romain ou de plâtre gâché avec des liquides salés ou huileux. Ces moyens sont proposés par l'auteur dans un but d'économie de construction.

Dans plusieurs des brevets que nous venons d'examiner, on voit qu'on a eu pour but d'éviter, autant que possible, les solutions de continuité dans la soupape, afin de rendre celle-ci inaccessible aux rentrées d'air. M. Cabarrus, de Bordeaux, a imaginé à cet effet un système qu'il appelle *Tube à double piston, applicable aux chemins de fer*, breveté le 11 décembre 1845, et consistant en un tube en fonte A (fig. 15 et 16, pl. 7) recevant deux pistons différents superposés B B′. Le premier de ces deux pistons est entaillé à sa partie antérieure, et le second vient justement reposer sur cette entaille, de manière à remplir exactement, d'un côté, la capacité du tube, tout en conservant une cavité intérieure *a*, de l'autre, destinée à contenir un liquide quelconque ; c'est ce dernier piston qui est relié directement avec le wagon directeur. La soupape *b*, formée d'un cuir ou d'une substance élastique quelconque fixée au tube A, passe entre les deux pistons et sous la cavité *a*. Voici comment, d'après M. Cabarrus, tout l'appareil est mis en mouvement. On fait le vide devant le gros piston B, qui se déplace immédiatement et tend à comprimer le liquide, mais celui-ci étant incompressible, tend également à déplacer le petit piston B′, et, par suite, le convoi auquel il est adhérent. Pour éviter toute fuite du liquide, la tige du piston est solidaire avec une longue platine métallique qui recouvre toute la partie employée par le liquide.

Nous dirons, pour suivre l'ordre des découvertes, que le 6 janvier 1846, M. Ward prit un brevet pour des *Perfectionnements apportés dans le mode d'aspiration de l'air dans les tubes et autres réservoirs destinés aux chemins de fer atmosphériques*, perfectionnements consistant dans de nouvelles pompes pneumatiques à double effet.

Sur la fig. 13, pl. 6, nous avons représenté la fermeture hermétique, pour laquelle M. Seiler prit, le 9 janvier 1846, un brevet de quinze ans, sous le titre de : *Système de chemin de fer atmosphérique*. On voit qu'ici ce sont des ressorts *b*, placés de chaque côté des joues *c* du tube propulseur A,

qui, assez flexible pour permettre le passage de la tige de connexion, rendent les rentrées d'air impossible, au moyen de leur double garniture *a*, ordinairement en cuir.

Une espèce de toit ou de couverture en zinc *d*, et cuir *d'*, met la soupape à l'abri de la pluie et de la poussière, sans gêner aucunement le passage de la tige.

C'est vers cette époque qu'on vit en Angleterre l'apparition du système de M. Pilbrow, patenté le 31 janvier 1845, et expérimenté en partie dans le courant de la même année; nous en avons vu alors un modèle fonctionnant à l'institut polytechnique de Londres. Il consistait dans l'emploi d'une crémaillère longitudinale, placée sur le tube et faisant tourner des pignons placés de distance en distance; ces pignons, montés sur des tringles verticales, faisaient à leur tour mouvoir de la même manière le wagon directeur et tout le convoi.

Plus tard, il perfectionna ce système; c'est celui que nous avons représenté sur les fig. 9 et 10, de la pl. 6. Le tube A, terminé à la partie supérieure en forme de canal carré *a* (fig. 9), n'a pas de soupape, seulement, tous les 6 à 8 mètres, il s'élève en saillie *c*, pour recevoir un couvercle en fonte *b* (fig. 10), mobile autour du point *d* qui fait partie du tube. Ce mode de canal fermé exclut évidemment l'emploi d'une tige de connexion; elle est remplacée ici par une forte chaîne flexible dont les maillons viennent s'appliquer exactement contre la paroi supérieure du tube et reposer sur le contour du piston. La première voiture est munie d'un appendice qui vient ouvrir le couvercle *b*, en appuyant sur le galet *f*, et permettre le passage d'une tige horizontale, armée de dents pointues, que vient justement saisir la chaîne du piston et qu'elle entraîne avec lui. Elle l'abandonne lorsqu'elle rentre dans le canal *a*, mais alors qu'une autre partie de la chaîne s'est emparée d'une autre partie de la tige dentée, de façon à imprimer au convoi une force intermittente, communiquée, comme nous l'avons dit, tous les 6 à 8 mètres. La tige dentée et la chaîne qui l'entraîne, doivent donc avoir au moins cette longueur pour pouvoir recevoir l'impulsion à la tête, lorsque la queue vient d'être abandonnée, et réciproquement. L'auteur propose aussi de supprimer la saillie *c*, d'avoir, par conséquent, un tube de niveau, et de remplacer la chaîne du piston par une crémaillère, qui saisirait les dents mobiles de la tringle horizontale du wagon.

M. De Bergue est l'importateur d'une soupape fort remarquable, qu'il fit breveter le 23 mars 1846, sous le titre de : *Perfectionnements apportés aux systèmes des chemins de fer atmosphériques*. Nous l'avons représentée sur la fig. 19, pl. 6. On voit qu'elle se compose d'une espèce de couvercle *a*, fermant hermétiquement le tube de propulsion A, dans lequel se meut le piston. Ce dernier est relié aux wagons par une tige à fourchette C, qui embrasse toute la largeur de la soupape et qui lui permet un jeu parallèle à elle-même dans la direction verticale. Les lignes ponctuées représentent cette soupape ouverte, et les lignes pleines la représentent fermée. On

peut remarquer que pour obtenir toute la solidité possible et en même temps l'élasticité convenable à une fermeture hermétique, divers éléments ont été employés à sa construction. Ainsi, les deux parois extérieures sont en fer et se fixent, celle supérieure, sur une bande de cuir, et celle inférieure, sur une bande de caoutchouc; le milieu est rempli par du bois.

Le caoutchouc vulcanisé et sulfuré employé par M. De Bergue, est d'une composition particulière qui le rend propre à beaucoup d'usages et le rend inaltérable aux divers degrés de température. Tout dernièrement, il prit un nouveau brevet pour l'application de ce caoutchouc aux wagons et machines, en remplacement des ressorts.

Un système qui paraît présenter d'assez heureuses particularités est celui breveté en faveur de M. Thier, le 28 mai 1846, pour un *Système de chemin de fer à air comprimé*, dans lequel la soupape est simplement formée d'un cuir très-épais garni de fer, ajusté coniquement dans la rainure longitudinale et de manière à profiter de la pression, pour avoir une fermeture exacte et sans fuite. Deux rouleaux placés à l'avant et à l'arrière du piston, et à différentes hauteurs, servent à l'élèvement ou à l'abaissement de la lanière que des chevilles, à tête méplate, retiennent à une certaine hauteur. Voici maintenant la marche et l'organisation de ce mode de traction. Des machines fixes sont établies tous les 5 à 6 kilomètres le long du chemin de fer, et sont employées constamment à comprimer de l'air dans un récipient à une pression de 4 à 5 atmosphères.

Lorsque l'on veut faire partir un convoi, on ouvre un robinet de communication et l'air comprimé pousse le piston devant lui ainsi que le convoi auquel il est relié. Au bout d'un parcours de trois kilomètres, l'air est intercepté avec le récipient, et le restant de la course s'effectue au moyen de la détente de l'air contenu dans le tube propulseur, et ainsi de suite pour chaque section de chemin de fer.

Ce système, dit l'auteur, peut être établi à une seule voie à raison de 150,000 fr. le kilomètre, tous frais compris, tandis que le système à locomotive coûte 4 et 500,000 fr Il est également facile de se rendre compte qu'en comprimant l'air à 3 ou 4 atmosphères on pourra, toutes choses égales, employer des tuyaux 5 ou 6 fois moins pesants qu'avec l'air raréfié. De plus, les machines fixes ne travaillant que 8 à 10 minutes par heure, tandis que dans ce système, elles travailleraient continuellement à comprimer de l'air dans un récipient, pourront être 6 à 7 fois plus petites et consommer moitié moins de charbon.

Un autre système du même auteur, breveté le 11 avril 1846, sous le titre de *Système de chemin de fer atmosphérique*, et représenté fig. 14, pl. 7, consiste à effectuer la fermeture de la soupape à l'aide d'une bande de caoutchouc *a*, pressée par un tampon formé de laine et couverte d'une armature de fonte brisée dans toute sa longueur. La traction du convoi s'opère par une tige formant chape fixée au piston, et dont le dégagement a lieu au moyen d'une poulie. Comme dans le système précé-

dent, une autre poulie ou galet fixé à l'arrière du wagon directeur vient aider à la fermeture exacte du tube.

Nous parlerons aussi du brevet demandé par M. Kronauer, le 21 avril 1846, pour un *Appareil raréfacteur principalement propre à faire le vide dans les tubes de chemins de fer atmosphériques*, parce qu'il se rattache d'une manière toute particulière au sujet que nous traitons.

L'appareil que cet ingénieur propose, est destiné à opérer le vide dans les tubes propulseurs suivant un principe fort simple et d'une application facile. Il consiste dans une grande capacité close qui peut être entaillée dans un rocher ou construite en maçonnerie, en métal ou en bois, et dans laquelle on produit une évacuation complète de l'air d'une manière aussi simple que peu coûteuse, c'est-à-dire en la remplissant d'eau qu'on laisse écouler par un orifice inférieur. L'intérieur du tube propulseur mis en communication avec cet espace vide, se trouve alors raréfié dans le rapport de la capacité de ce dernier et celle du tube.

Sans produire d'ouverture longitudinale et sans employer de galets, MM. Leroy et Galy-Cazalat ont imaginé un *Système de chemin de fer atmosphérique* qu'ils firent breveter le 24 avril 1846, et qui repose sur l'emploi d'une soupape flexible fermée, qu'un appendice du piston propulseur soulève dans sa marche d'une certaine quantité, et qui venant frotter sur un appendice de même nature fixé au wagon moteur, détermine la traction du convoi. Pour compléter leur invention, les auteurs ont étendu leur privilége à l'emploi d'une traverse fondue avec le tube et venant s'adapter aux rails de manière à obtenir plus de rigidité et une horizontalité parfaite.

M. Harlow de Londres, emploie l'action des ressorts pour faire refermer la soupape qu'il couvre d'un toit fondu avec le tube. Ce système, breveté le 27 avril 1846, sous le titre de *Perfectionnements apportés aux chemins de fer atmosphériques*, nous a paru présenter une certaine analogie avec celui de M. Midy, que nous avons cité plus haut.

M. Brocard s'est préoccupé des deux points importants du système de propulsion atmosphérique, c'est-à-dire de la manière de faire le vide et de la soupape qui donne passage à la tige de connexion. Ces deux sujets principaux ont servi de base au brevet qu'il prit le 16 mai 1846, pour un *Système de chemin de fer atmosphérique*. L'auteur, mettant à profit les propriétés de la vapeur et les idées déjà émises à ce sujet, propose de faire le vide au moyen d'une suite de chaudières dans lesquelles on ferait circuler la vapeur produite dans l'une d'elles, et de condenser cette vapeur pour obtenir un vide à peu près parfait, destiné à se répartir dans une longueur déterminée du tube de propulsion en rapport avec la capacité des chaudières. Nous avons représenté sur la fig. 12 de la pl. 6, la disposition de la soupape, composée ici d'un tampon *a* en un tissu quelconque, surmonté d'une partie métallique *b*, par laquelle elle se relie avec un guide *c*, mobile sur un appendice du tube de propulsion A. La tige de connexion C, est évidée à sa sortie du tube pour guider et pour maintenir la soupape; dans son

mouvement, elle soulève une suite de platines métalliques *d* qui retombent constamment sur d'autres *d'*, pour empêcher l'introduction de l'eau ou de la poussière. Les lignes ponctuées indiquent bien sur la figure la position des pièces mobiles pendant le passage du piston; le dessin les fait voir dans la position opposée, c'est-à-dire fermées.

M. James Taylor est l'auteur d'une fermeture qui ne manque pas de simplicité; nous l'avons représentée fig. 18, pl. 6. Elle consiste dans l'idée d'employer deux soupapes au lieu d'une, l'ouverture et la fermeture se font alors plus facilement, avec moins de frottement, et sans avoir besoin de couder la tige. Ces soupapes sont composées de bandes de métal *a*, entourées par des lanières en cuir ou autre substance flexible *b*; elles forment charnière sur le côté, et s'ouvrent suivant un angle de 45°. En théorie elles ne doivent jamais laisser pénétrer l'air extérieur (1).

A Liverpool, M. John de La Haye tenta de perfectionner le système des chemins de fer atmosphériques sans soupape, c'est-à-dire marchant par friction. Ses perfectionnements consistent dans la substitution de sphères métalliques *a a'* (fig. 16 et 17) aux galets que nous avons représentés fig. 8 et 9, pl, 7, et dans une nouvelle composition de soupape *b*. On peut remarquer que le tube A est fondu avec une espèce de patin B, sous lequel est agrafé le wagon moteur C, de manière à pouvoir augmenter leur adhérence en serrant les tiges filetées *c*, manœuvrées par le mécanicien.

Lorsque le piston C' se déplace, la sphère *a*, dont il est muni à sa partie supérieure, soulève la soupape flexible *b*, jusqu'à ce que, trouvant une résistance dans la sphère *a'*, elle force celle-ci à s'avancer ainsi que le wagon dont elle dépend. L'auteur propose de construire la soupape flexible avec du caoutchouc enduit d'une substance imperméable sur laquelle la chaleur aurait peu d'action. Un composé de cire jaune, de talc et de limaille de fer, offrirait, dit-il, une très-bonne adhérence, sans crainte de détérioration (2).

Nous avons déjà examiné, dans le courant de cette notice, le moyen de faire marcher les convois par l'attraction des aimants mis en mouvement par la puissance atmosphérique. On s'est beaucoup occupé en Angleterre, en Italie, en Suisse, de la solution de cette question; mais nous devons dire que les résultats n'ont pas été très-satisfaisants à cause du frottement considérable que le piston, soulevé par un seul aimant, devait exercer contre la proi intérieure du tube. M. Jobard de Bruxelles prit le 30 juin 1846, sous le titre de : *Chemin de fer électro-pneumatique dont le principe peut aussi recevoir d'autres applications*, un brevet de 15 ans qui paraît, à tous égards, remplir le but proposé.

Les fig. 17 et 18, pl. 7, représentent ce système en section transversale et en plan. On reconnaît que le tube A, qui est d'un diamètre sensiblement plus petit que ceux des autres systèmes, et qui peut être construit en tôle,

(1) *Mechanic's magazine june* 1846, page 475.
(2) *Mechanic's magazine june* 1846, page 428.

reçoit un piston en bois C, garni de ses armatures en fer doux *b*. Des électro-aimants *i*, chargés de leurs spirales en fil de cuivre, sont portés sur deux bâtis en bois, attachés au sous-train de la voiture par des montants *e*, et séparés des deux plates-formes par une tige en fer recourbée *f*. On comprend que si les barres *b*, qui garnissent le piston, sont suffisamment aimantées, elles entraîneront, par leur déplacement avec celui-ci, les électro-aimants du wagon, si, comme nous l'avons déjà dit, la force attractive est un peu supérieure à celle du vide dans le tube propulseur. Pour qu'avec ce système on pût parcourir les courbes à petits rayons, l'auteur a imaginé d'établir le piston et les wagons avec des articulations *o*, qui permettent à ces derniers de se courber dans un sens ou dans l'autre, et qui, combinées avec les galets horizontaux *g* permettent d'éviter à peu près sûrement le déraillement, et de gravir des pentes assez prononcées (1). Les roues R sont établies sans rebords, et tournent sur de nouveaux rails *r*, supportés par les coussinets *r'*.

Nous ne voulons pas terminer ce court exposé du système de M. Jobard sans donner les considérations intéressantes dans lesquelles est entré l'auteur, en tête de son article du *Musée de l'Industrie belge*.

Le principal inconvénient des chemins de fer atmosphériques réside dans la rainure et la soupape longitudinale nécessaires pour mettre le piston en connexion avec le convoi. S'il était possible de faire manœuvrer le piston dans l'intérieur d'un tube sans fente, sans soupape et complétement fermé, le problème serait résolu; les chemins atmosphériques ne tarderaient pas à être substitués aux chemins actuels, à cause des avantages qu'ils présentent sous le triple rapport de la sûreté, de la rapidité et de l'économie.

On est tellement convaincu en Angleterre que les locomotives sont le chancre des chemins de fer, qu'il n'est pas de proposition qui ne trouve des fonds pour être expérimentée, quelque étrange, quelque improbable qu'elle soit. C'est ainsi que l'on a essayé tour à tour la corde, le système *Samuda*, et même les boudins d'*Hallette*, sans compter une infinité de moyens plus ou moins bizarres qui fonctionnent en petit dans les galeries scientifiques de Londres, et dans les ateliers de Paris.

Cela prouve combien la nécessité de se soustraire au ver rongeur des locomotives est vivement sentie.

Il est impossible que l'imagination de tous les inventeurs, tendue vers un même but, ne parvienne à l'atteindre; déjà beaucoup d'entre eux ont songé à faire intervenir la force magnétique comme moyen d'accrocher par un lien immatériel le piston au convoi; nous avons même recueilli la preuve que plusieurs de nos amis s'en étaient occupés. Nous ne citerons que les professeurs *Mousson* et *Deschwanden* de Zurich, *Borgnis* et *Belli* de Pavie, *Cristoforis* et *Magrini* de Milan, ainsi que MM. *Dolfus* et *Saladin* de Mulhouse. Mais tous ont avoué qu'ils s'étaient arrêtés en présence du frottement considérable que le piston, soulevé par un seul aimant, devait exercer contre la paroi intérieure du tube. C'est ce point important

(1) Nous avons eu l'occasion de dire que ce système de roues horizontales, était appliqué par M. le baron Séguier fils.

dont nous avons trouvé la solution, en plaçant deux rangées d'aimants à droite et à gauche du tube, de manière à établir une sorte d'équilibre électro-dynamique, qui réduit les frottements à de simples différences entre les forces coërcitives des aimants opposés.

Pendant longtemps, les expériences galvaniques n'avaient point dépassé le seuil des cabinets de physique, pour entrer dans la pratique industrielle; aujourd'hui, l'on n'aperçoit plus de termes à leur application. L'aimant seul semblait ne devoir jamais servir qu'à ramasser de la limaille de fer, ou à faire des tours d'escamotage; aujourd'hui son emploi est trouvé, non comme moteur, mais comme directeur de pièces qui doivent agir dans l'intérieur de certaines machines, sans connexion matérielle avec le dehors; c'est ainsi que l'aimant peut ramener à sa place un indicateur à ressorts placé dans l'intérieur d'un tube de manomètre; conduire un couteau d'acier entre deux pièces de velours qu'il s'agit de séparer; guider circulairement une navette entre les fils d'un métier à tisser; produire des empreintes ou percer des ouvertures de dedans en dehors dans la fabrication de certaines pièces de verre; faire passer par attraction une couleur ferrugineuse d'une gravure sur une plaque métallique ou sur une étoffe quelconque.

Ces indications suffiront pour éveiller l'attention des industriels sur l'application de la force magnétique, que tous les savants de l'Europe étudient en ce moment avec une ardeur qui ne tardera pas à être récompensée par de brillants succès. Déjà le professeur *Weber*, de Leipzig, a découvert un arrangement qui produit des aimants permanents d'une force inconnue jusqu'ici; M. *Babinet* a réussi de même en suivant les indications de *Coulon; Magrini* vient de construire une balance très-simple et très-ingénieuse pour mesurer empiriquement la force des aimants; *Haldat* a constaté que l'interposition d'un corps quelconque n'altérait et ne modifiait point la sphère d'intensité des aimants; tout le monde connaît les belles expériences de *Faraday* sur la polarisation de la lumière par les aimants; le professeur *Mousson* est occupé à simplifier son instrument; *Jacobi* et *Lens* ont publié une loi nouvelle, de laquelle il résulte que lorsqu'on n'est point borné, ni par les masses en fer, ni par la longueur du fil enveloppant, on peut obtenir des électro-aimants de telle force qu'on désire, quelle que soit la puissance de la pile employée. On fait à Londres des expériences qui prouvent la possibilité d'enlever des poids de plusieurs tonnes à l'aide d'aimants temporaires excités par une forte pile.

Nous soumettons à l'étude des électriciens, la question suivante :

Est-il vrai que la sphère d'attraction des aimants temporaires est infiniment moins étendue que celle des aimants permanents, de même force au contact? Cette observation vient d'un contre-maître de la fabrique d'armes de Liége, M. *Magnée*, qui s'est beaucoup occupé de moteur électro-magnétique, et qui a fait faire quelques pas à ce problème.

Cette digression a pour but de démontrer que l'étude des propriétés de l'aimant, si longtemps abandonnée, est reprise avec ardeur.

Une savante controverse a lieu en ce moment à Londres, entre MM. *W. Bursill* et *William William*, non plus sur la possibilité d'établir un système de locomotion magnéto-atmosphérique, mais sur les meilleures dispositions à donner au mécanisme pour obtenir une plus grande force coërcitive entre les aimants et la pression métallique.

Ces savants sont d'accord que, quelle que soit la substance placée entre l'aimant et son armature, l'influence magnétique n'est ni diminuée ni détournée; ainsi, le tube peut être en cuivre, en zinc ou en tôle de fer de quelques millimètres.

Il est certain que la moindre distance est la meilleure, et que, quelque minime qu'elle soit, il y aura encore de grandes pertes en raison inverse du carré des distances, et peut-être plus.

Mais la possibilité de multiplier à son gré la nombre des aimants, permettra toujours de combler ces pertes. En supposant qu'un électro-aimant qui porte 1000 kilogrammes au contact n'en soutînt plus que 50 à 5 millimètres, il suffirait de 8 aimants semblables pour donner 400 kil., force suffisante pour traîner un grand convoi, et comme on peut en placer un bien plus grand nombre sous une seule voiture et faire le piston aussi long que l'on désire, il y a beaucoup de marge de ce côté.

La séparation latérale des aimants offrant moins de résistance que la séparation perpendiculaire, on sera obligé de placer les aimants dans un sens incliné, ainsi que les armatures du piston, pour se rapprocher le plus possible de l'action directe.

En disposant les aimants à droite et à gauche, et même au-dessus du tube, le piston, sollicité par des forces égales opposées, restera, pour ainsi dire, suspendu au centre du tube; les cuirs emboutis dont il est garni, n'éprouveront pas un frottement insupportable, et la liberté que l'on a de l'allonger par fractions mobiles horizontalement, pour passer les courbes et présenter plus d'armatures aux aimants, offre de grandes facilités d'installation.

Le piston peut recevoir son impulsion par l'air comprimé, ou par le vide, ou par ces deux moyens réunis; mais nous croyons devoir nous en tenir au premier, pour éviter les aplatissements auxquels sont sujets les tubes à minces parois qui s'écrasent souvent sous la pression d'une atmosphère, tandis qu'ils résistent à de très-hautes pressions intérieures.

Les machines soufflantes stationnaires pourront être placées à de très-grandes distances. Le moyen de s'arrêter aux stations est fort simple; il suffira de serrer les freins pour que le chauffeur s'aperçoive de l'ascension du mercure dans un manomètre placé sous ses yeux et mis en communication avec le tube. Il arrête alors la machine soufflante et ne la remet en train que lorsqu'il voit le mercure descendre, ce qui signifie que le convoi s'est remis en marche.

Le chauffeur saura, d'ailleurs, toujours à quel endroit du chemin se trouve le convoi, en consultant le compteur qui lui indiquera le nombre de coups de piston que la machine a donnés, d'où il déduira facilement la place occupée par le train.

Le rail milieu qui porte le tube offre plusieurs avantages, celui de recevoir le frein d'abord, puis deux galets cerclés d'acier trempé, placés en dessous des rebords du rail pour empêcher le frottement et le déraillement, et pour faciliter le passage des courbes, en plaçant ce rail directeur un peu excentriquement, de manière à faire courir la roue extérieure sur son grand cône et la roue intérieure sur son petit cône, en imitation du procédé *Laignel*.

Quelles que soient les expériences à faire pour arriver à la meilleure solution du problème proposé, M. *Bursill* exprime le vœu qu'on ne néglige rien pour y parvenir, à cause des avantages immenses qui doivent en résulter, tels que la suppression des quatre causes principales qui ont occasionné tous les accidents arrivés jusqu'ici, qui sont : le *déraillement*, les *rencontres*, l'*incendie* et les *explosions*.

Nous ajouterons la suppression de la plupart des tunnels et des remblais, plus une économie considérable sur le combustible, attendu que les machines fixes ne brûlent que de la houille ordinaire, qu'il n'y a plus de force perdue à traîner les locomotives, et que l'air comprimé est un ressort très-fidèle qui restitue toute la force qu'on lui confie.

Les machines n'auront pas besoin de travailler longtemps d'avance à épuiser l'air du tube avant que le convoi se mette en marche; par l'air comprimé, il partira au premier coup de piston, ou en ouvrant le robinet de magasins d'air comprimé d'avance par de petites machines qui pourront travailler sans interruption, comme le propose M. *Arnollet*, ou même par des moteurs hydrauliques qui se rencontrent communément sur un point ou l'autre d'une ligne de chemin de fer, dans les pays de montagne surtout; les chutes du Rhin, par exemple, pourraient aisément défrayer la locomotion des chemins établis sur les deux rives de ce fleuve.

Les frais nécessaires pour l'emploi des chutes d'eau à la compression de l'air seraient fort peu de chose, en comparaison de la dépense des locomotives; les chemins de fer à air comprimé sont probablement destinés à réaliser le rêve chéri de tous les inventeurs : *le transport économique de la force à distance*, qui n'est plus combattu que par les fabricants de machines à vapeur, les propriétaires de houillères et les ingénieurs officiels.

La science pure oppose au transport de la force à distance certaines formules du frottement de l'air dans les tubes qui semblent erronées, ou du moins considérablement exagérées aux esprits synthétiques, c'est-à-dire aux inventeurs habitués à procéder plutôt par intuition que par analyse, et qui ne peuvent comprendre qu'un tube puisse contenir de l'air comprimé à deux atmosphères dans une de ses extrémités, et à une atmosphère dans l'autre, sans que l'équilibre s'établisse en peu de secondes.

La plus grave objection faite à notre système, est celle de la dilatation des tubes sous l'action du soleil, dans le sens de la longueur; notre première idée avait été de donner au tube et aux rails une légère ondulation, mais il vaut mieux procéder par l'emboîtement des extrémités des deux tubes, alésés sur la demi-épaisseur du métal. Il suffira de munir d'une ou de plusieurs bagues ou bandes circulaires de *caoutchouc vulcanisé* bien tendues, l'extrémité tournée du tube entrant, pour obtenir une obturation parfaite, sans gêner le mouvement de va-et-vient du joint. En restreignant l'extrémité du tube extérieur jusqu'au contact, le *stuffingbox* sera aussi parfait qu'on puisse le désirer. Le tube n'ayant que deux millimètres en cet endroit, sera facile à restreindre sur un mandrin de fer placé à l'intérieur.

La prompte usure d'un tube mince dans lequel passera vingt-cinq fois par jour un piston graissé, ne peut être mise en avant que par les personnes qui ne savent pas que les rails s'usent beaucoup moins vite que les roues. Ce sont les cuirs du piston qui s'usent et que l'on doit souvent changer dans les chemins de fer atmosphériques, mais ce n'est pas le tube qui souffre.

Le rail-milieu avec les galets de soutien, nécessaires pour empêcher le frottement des aimants contre le tube, présentent, comme les roues horizontales du baron *Séguier*, les plus grandes sûretés contre le déraillement.

Le plus simple des moyens pour effectuer les passages à niveau serait de jeter un petit pont-levis sur le tube du chemin de fer, quand les localités ne permettent pas le passage en dessus ou en dessous.

Nous n'entrerons dans aucun détail de devis estimatifs, n'ayant pas le droit d'exiger que l'on donne plus de créance à nos calculs qu'à ceux des autres ingénieurs. Il suffit d'un coup d'œil comparatif pour s'apercevoir que notre projet présente aux entrepreneurs des avantages notables d'économie sur les chemins de fer existants, en sus de la sécurité incontestable qu'il offre aux voyageurs (1).

(1) *Bulletin du musée de l'industrie*, année 1846, page 197

M. Pecqueur, un de nos ingénieurs les plus capables, prit, le 7 juillet 1846 un nouveau brevet d'invention de 15 ans pour un *Système de chemin de fer atmosphérique par l'air comprimé*, présentant cette différence avec son premier système, qu'au lieu de locomotive, on se sert d'un piston analogue à celui du système irlandais, et mobile dans un tube qui offre des solutions de continuité à l'aide de pentes et contre-pentes. L'alimentation de l'air, derrière le piston, a lieu, comme dans les premières dispositions de l'auteur, par un tube parallèle au précédent et presque jointif, dans lequel l'air est toujours ralenti avec des machines à compression fixe. Ce même tube communique avec chacune des extrémités des différentes parties du tube locomoteur, par des tubulures à robinet que l'on ouvre un peu après le passage du piston. Une vanne-clapet, poussée alors par le courant, se referme aussitôt derrière ce piston, dont la tige traverse latéralement le tube propulseur garni d'une soupape longitudinale qui offre quelques avantages particuliers sur les dispositifs déjà proposés.

La nouvelle combinaison de ce chemin atmosphérique se caractérise par la mise à profit des descentes de terrain qui n'a pas lieu dans les systèmes marchant par le vide, et qui, permettant alors de faire agir l'air par détente, amène un notable bénéfice de force motrice. Une autre source d'économie de force dans l'emploi de l'air comprimé résulte de la réduction naturelle du rapport des tensions extrêmes, pour produire une même différence de pression sur le piston locomoteur.

Mais cette invention ingénieuse et remarquable ne pourrait être appréciée par cette simple description. Nous y reviendrons, pl. 8, en décrivant le système avec tous ses détails.

Le 17 juillet 1846, M. Swinburne de Londres prit en France, après avoir été patenté en Angleterre le 3 janvier de la même année, un brevet d'invention pour des *Perfectionnements apportés aux chemins de fer atmosphériques, ainsi qu'aux moyens d'y faire marcher les voitures.*

Au lieu d'un tube continu, l'auteur propose de n'employer que des tubes distancés dont la plus grande longueur n'excéderait pas 100 mètres. Ces tubes seraient munis d'un piston dont la tige, formée d'une corde ou d'une chaîne un peu plus longue que le tube lui-même, se lierait à un châssis en fonte pouvant à volonté s'embrayer ou se débrayer au moyen d'un plan incliné. Voici de quelle manière : Le wagon est muni de deux arrêts dont le premier peut osciller dans un sens, et forme arrêt fixe ou point d'appui dans l'autre, de manière à permettre à un fort appendice du châssis d'entraîner le convoi, lorsque le piston lui-même se déplace par le vide qu'on établit sur une de ses faces.

Le second arrêt est fixe ; mais comme il n'est maintenu que par un ressort, il peut basculer au moyen d'une certaine pression, et dégager par suite le convoi de toute espèce d'attache, ce qui permet à ce dernier de continuer sa marche, par la vitesse acquise, jusqu'à un deuxième tube, et ainsi de suite.

Le 21 du même mois, MM. Vallod et Gilardeau prirent un brevet de 15 ans pour un *Système de chemin de fer à air, avec artère libre et propulseur externe, mû sur un rail gouverneur*, qui présente beaucoup d'analogie quant au principe avec celui de MM. Laurenzana et Roque, mais qui est combiné d'une façon fort remarquable pour produire les meilleurs résultats. Les auteurs se servent du vide pour faire mouvoir leur propulseur externe, qui reçoit l'impulsion de pistons distancés placés sur toute la longueur de la ligne.

La fig. 11, pl. 7, représente la section transversale d'un nouveau genre de fermeture, patenté, en Angleterre, au nom de MM. Clark et Varley. Il se compose d'un tube en fer fendu A, armé de bras en fer B B' qui se réunissent en son point culminant, de manière à former une fermeture élastique *b b'*. Un de ces bras B est courbé suivant un quart de cercle, et supporté, à l'extérieur du tube, par un support en fonte C. L'autre B' l'est suivant un demi-cercle, et tourne autour d'une tringle ou pivot *c* fixé au même support C. Par ce moyen, le tube se trouve suspendu, et peut se prêter facilement à toutes les déformations causées par le passage du piston (1).

Nous trouvons au sujet de cette fermeture, dans le *Moniteur industriel*, un article intéressant que nous croyons devoir reproduire en entier.

« Ce système, désigné depuis longtemps dans les journaux anglais comme bien supérieur à celui de Clegg et Samuda par ceux qui l'avaient étudié sur les dessins, sur les descriptions, vient de confirmer par une première épreuve toutes les espérances qu'il avait fait concevoir. Quoi qu'il puisse résulter d'une application sérieuse de ce système, sa supériorité sur celui de Clegg et Samuda est désormais hors de doute. Le succès du premier concordait avec l'abandon de celui-ci sur le chemin de Croydon. Les 1,800,000 francs votés par les chambres françaises pour l'essai des systèmes français et consacrés à la répétition sur Saint-Germain du système Clegg et Samuda sont décidément perdus. Ce qu'il y a de plus fâcheux encore que la perte de 1,800,000 francs, c'est que l'administration ne manquera pas de rendre responsable de cet insuccès le *principe* atmosphérique, dont elle a refusé MALGRÉ LES CHAMBRES d'essayer plusieurs applications françaises, peut-être toutes meilleures que le procédé Clegg et Samuda, principe dont voici du moins une application anglaise incontestablement bien meilleure et qui ne sera plus essayée malgré l'avantage qu'elle a d'être étrangère; ou peut-être songerons-nous à répéter l'essai de MM. Clarke et Varley lorsque ces messieurs ou tous autres, pourvu qu'ils soient étrangers, auront perfectionné, trouvé mieux encore. C'est ainsi que l'administration pratique le noble sentiment exprimé dans ces paroles de M. Arago qui furent couvertes d'applaudissements à la chambre des députés :

« Il me semble, messieurs, que la France doit toujours prendre sa part dans les « perfectionnements de tout genre qui s'opèrent dans le monde. Suivant moi, quand « elle n'est pas sur le premier rang, c'est qu'elle a perdu sa place. »

« L'essai de Saint-Germain ne la lui fera pas reprendre, et le nouvel essai de l'Angleterre l'en éloigne plus que jamais.

(1) *Machanic's magazine august* 1846, page 109.

« Le *Journal des chemins de fer* nous paraît avoir mal traduit le mot anglais *resilient*, épithète donnée au système de MM. Clarke et Varley, par le mot fraçais *rejaillissant*. Cette traduction rend l'idée incompréhensible sans dessins, et ne peut se comprendre quand on a les dessins sous les yeux. *Rebondissant* serait un peu plus exact sans être juste; *élastique* approcherait plus encore de la vérité. Mais pourquoi rechercher une traduction impossible ou très-difficile ? Mieux vaut assurément supprimer tout à fait, comme le font aujourd'hui les journaux anglais, l'épithète *resilient*. Il s'agit d'un tube sans rainure ni soupape pour la recouvrir. Mais ce tube, en fer forgé, est fendu dans toute sa longueur de manière à ce que les bords de la fente portent l'un sur l'autre et le ferment exactement. Il est facile de concevoir que la fermeture est d'autant plus hermétique, d'autant plus étanche, que le vide devient plus grand à l'intérieur et la pression extérieure plus forte. La conservation du vide est certaine : voilà remplie la condition avec laquelle Arago disait qu'*il n'y aurait pas de discussion possible contre la supériorité du système atmosphérique*. Condition que nous avons cru, que nous croyons encore remplie par le système Hallette. Des expériences *comparatives* pourraient seules décider la supériorité entre le système Hallette et celui de MM. Clegg, Samuda et de Saint-Germain.

« Le tube est assez fort pour résister à la pression extérieure, assez mince pour s'ouvrir avec facilité lorsque cette pression n'existe pas. Le tube est extérieurement armé de deux barres de fer parallèles fixées sur le tube même, par des pattes de distance en distance. Deux paires de roues horizontales sont fixées au premier chariot; les roues de chaque paire se touchent, roulent en laminoir l'une contre l'autre. Le diamètre de ces roues est un peu plus grand que la moitié de l'espace entre les deux barres, de sorte que les deux paires de roues introduites entre les barres les forcent à s'écarter, que les barres ouvrent le tube. C'est par cette ouverture entre les deux paires de roues horizontales que passe la tige verticale qui joint le piston au chariot. Le piston est assez long pour dépasser la limite de l'ouverture en avant et en arrière et pour empêcher toute rentrée d'air. L'ouverture entre les deux paires de roues est combinée de façon à laisser un passage entièrement libre à la tige, à ce qu'elle ne touche pas les rebords du tube, et par conséquent à éviter tout frottement de ce côté. On aurait pu craindre le frottement des roues horizontales contre les barres : ce frottement est à peine sensible à cause du double mouvement de rotation des roues. Un homme met avec la plus grande facilité en mouvement, à la main, un chariot pesant 2,500 kilogrammes, dans les expériences qui ont lieu à la station de Poplar, du chemin de Blackwall à Londres, depuis environ deux mois.

« De nombreux visiteurs dit le *Mining Journal*, suivent journellement les épreuves et paraissent tous se retirer convaincus de la supériorité du système sous les rapports de l'*économie*, de la *vitesse* et de la *sûreté*. Les inventeurs ont tellement simplifié leur système que le tube propulseur est maintenant un simple tube en fer forgé d'un quart de pouce (0, c. m. 645, moins de 6 millimètres 1/2) d'épaisseur et se fermant par son propre ressort de manière à former un joint parfaitement hermétique par la seule pression de l'atmosphère. La section du tube présente maintenant un simple cercle sans rebords, soupape ou autre attirail et complication quelconque, et le but est si parfaitement rempli que le vide peut être conservé deux heures après que la pompe à air a cessé de marcher. »

« On sait que le chemin de Blackwall est à machines fixes; la force exigée pour la seule manœuvre du câble à l'aide duquel sont traînés les convois, est, selon le *Mi-*

ning Journal, de 250 chevaux. Cette force suffirait, dans le système Clarke et Warley, pour faire tout le travail, avec des convois de 15 en 15 minutes sur chaque voie. Comparée avec le système locomotif, la force exigée par le système Clarke et Warley présenterait une énorme économie : probablement de 20 ou 25,000 fr. par semaine, pour ce chemin de Blackwall, de 6 kilomètres 4 dixièmes, un peu plus d'une lieue et demie de long. »

« La sûreté de ce mode de propulsion est évidente, et la vitesse paraît, au *Mining Journal*, à peu près illimitée. Le spécimen, dont le tube a 15 pouces (38,1 centim.) de diamètre et 450 pieds (136 mètres) de longueur, ne travaille jamais à une pression plus élevée que 15 pouces (38,1 centimètres) de mercure, et la vitesse acquise est au moins égale à la plus grande vitesse des convois du chemin de Blackwall.

« La chute complète d'un autre système atmosphérique (celui de Clegg et Samuda, celui de Saint-Germain) sur le chemin de Croydon, a fait rejaillir sur le principe lui-même un blâme, des reproches qu'il ne mérite en aucune façon ; et nous pensons que le système, réduit comme il est à une extrême simplicité, ne peut manquer d'être adopté. Qu'il ait l'appui d'un seul chemin de fer ! ses avantages seront si apparents, qu'il sera sans aucun doute accueilli sur d'autres. Il semblerait, en particulier, hautement désirable pour l'Irlande, à laquelle il offre des communications rapides à bas prix de construction, à beaucoup plus bas prix de traction et d'entretien qu'aucun autre système. » Une propriété singulière du tube propulseur de MM. Clarke et Warley, c'est qu'il devient d'autant plus étanche, qu'il sert depuis plus longtemps.

« Parmi plusieurs centaines de gentlemen, dit ailleurs le *Mining Journal*, tous instruits de ce qui regarde les chemins de fer et les sciences, qui ont déjà visité le beau spécimen de la station de Poplar, nous n'avons pas entendu parler d'une seule objection contre l'invention, tant ses avantages sont frappants pour l'observateur le moins attentif, si bien elle démontre que tous les reproches adressés au principe atmosphérique lui-même étaient mérités seulement par l'application vicieuse qu'on en avait faite. Ceux qui connaissent les difficultés continuelles éprouvées, dans les anciennes lignes atmosphériques, à maintenir le vide, seront étonnés d'apprendre, qu'avec le travail d'*une* seule soupape, d'*une* seule pompe à air, un vide mesuré par un quart de pouce (6,4 millimètres) de mercure, ou d'environ un quart de livre par pouce carré (0,017 kilog. par centimètre carré) de piston, suffit pour mettre en mouvement un wagon pesant, avec les voyageurs, près de trois tonnes. Sur un plan incliné de 1 sur 60 ou 16 millim. 6 dixièmes par mètre, la pression n'excède pas une livre par pouce carré (0,07 kilog. par centimètre carré). On conçoit que la vitesse n'est pas grande, mais ces expériences n'ont pour but que de démontrer la petitesse du frottement et l'absence absolue de perte, de *coulage* d'air au tube, résultats qu'on ne saurait obtenir par aucun autre moyen.

« Les journaux spéciaux anglais sont à peu près unanimes sur l'invention de MM. Clarke et Warley. Deux ingénieurs ont été successivement envoyés en mission par le ministère des travaux publics pour examiner le système Clegg et Samuda, et jusque-là l'administration ne méritait que des éloges ; pourquoi mission semblable ne serait-elle pas donnée pour le nouveau système ? »

M. Sainte-Preuve a écrit au sujet de cet article la lettre suivante :

« Je viens vous remercier, pour mon compte, des détails que vous allez publier sur l'essai fait à Londres, par MM. Clarke et Warley, d'un tube *pneumatique élastique* pour la locomotion. Je suis ravi de voir qu'on expérimente en grand une

disposition que j'ai moi-même imaginée et pratiquée à Paris dans l'été de 1844, ainsi que le constatent les pièces authentiques que j'ai eu l'honneur de mettre sous vos yeux, il y a longtemps déjà, et comme l'a déjà rappelé le *Moniteur industriel.*

« Mes essais de 1844 ont porté sur des tubes en tôle épaisse s'ouvrant, comme celui de MM. Clarke et Warley, par la flexion de la circonférence entière du tube, et sur des tubes qui ne pliaient sensiblement que dans le voisinage de la fente du tube, c'est-à-dire dont les lèvres étaient beaucoup plus flexibles que le reste du tube. J'ai fait aussi construire, pour cet usage, des tubes en fonte garnis de lèvres, comme le prouvent des lettres auxquelles le timbre de la poste donne une date certaine; mais j'ai déclaré, dans mes communications à l'Académie des sciences et à la Société d'encouragement, que je préférais les tubes en tôle de fer, qu'il est facile d'obtenir parfaitement ronds à peu de frais, au moyen d'un banc à tirer de mon invention ou des autres machines connues, et qui ne demandent ni graissage intérieur ni enduit extérieur.

« Vers la fin de juin 1845, une autre personne communiqua à l'Académie des sciences de Paris une disposition du tube pneumatique qui reposait également sur l'élasticité des lèvres du tube. Je réclamai, dès la séance suivante, et je mis sous les yeux de M. Arago, non-seulement les pièces authentiques qui assuraient mes droits à l'antériorité d'invention, mais des dessins de construction dans plusieurs desquels étaient indiqués des galets destinés à ouvrir le tube sans offenser les lèvres de la fente.

« Ces galets n'ont pas été mentionnés dans le compte-rendu de la séance de l'Académie, mais je retrouve dans le *Bulletin de la Société d'encouragement* et dans le *Moniteur industriel* des analyses de deux séances de cette Société, en date du 24 décembre et du 7 janvier, dans lesquelles est rappelé l'emploi que j'avais cru devoir faire des galets.

« J'ai proposé deux manières différentes d'employer ces galets. Je les mets soit dans l'intérieur pour soulever les bords de la fente, soit à l'extérieur, de manière à agir, ou sur les bords extrêmes des lèvres, ou sur des bandes rattachées au tube, comme le pratiquent MM. Clarke et Warley.

« J'ajouterai qu'en faisant rouler les galets contre les bords des lèvres, on diminue la dépense d'établissement.

« Je terminerai cette lettre, bien longue déjà, par les indications suivantes de plusieurs dispositions et applications nouvelles que j'ai déjà expliquées à l'Académie des sciences et à la Société d'encouragement :

« 1° Les tubes pneumatiques peuvent être employés avec un avantage tout particulier quand on les place sous le sol des rues ou sous les trottoirs, sous le sol des routes hors des villes, afin de remorquer les voitures ordinaires roulant sur la voie publique dans les endroits où la grande déclivité de la rampe nécessite une traction auxiliaire; 2° semblable remorquage peut avoir lieu au moyen de tubes pneumatiques placés à une certaine hauteur au-dessus du sol le long des trottoirs. Il suffit alors de rattacher les voitures aux pistons logés dans le tube pneumonique par des liens descendants que des employés rattacheraient à l'avant de ces mêmes voitures.

« Agréez, etc. SAINTE-PREUVE. »

M. Lahore, mécanicien, à qui l'industrie est redevable de plusieurs découvertes importantes, a également eu l'idée d'une nouvelle soupape adaptée à la fermeture des tubes atmosphériques. Son brevet, qu'il prit le 1er septembre 1846, a pour titre : *Soupape et moteur propre à faire et à maintenir*

le vide dans les tuyaux des chemins de fer atmosphériques, et système de rails et de wagons. Il comprend, outre les soupapes que nous avons présentées sur les fig. 14 et 15, pl. 6, un nouveau système de pompes pneumatiques, formé de deux corps superposés, dont les pistons sont commandés par une même bielle et une même tige, et qui concourent à l'accumulation des forces dans un même réservoir, et un nouveau système de wagons à double étage, roulant sur des rails élevés, et recevant leur essieu justement entre les deux étages, disposition qui permet l'emploi de très-grandes roues.

La soupape représentée sur les figures se compose de deux lames d'acier *c*, *o*, formant ressorts, d'un millimètre d'épaisseur seulement, placées de chaque côté de l'ouverture longitudinale du tube, et qui comprennent entre elles deux bandes de cuir I, en les forçant à s'appuyer fortement l'une contre l'autre par la partie supérieure. Les lames ou ressorts *c* dépassent un peu les bandes par leur sommet, et forment entre eux un espace ou une rainure longitudinale que l'on remplit d'huile, de graisse ou de tout autre corps gras.

Deux baguettes ou petits ressorts D, placés à l'intérieur de cette espèce de soupape double ainsi construite, sont fixés en dedans des lames *o*, et enroulés dans le sens de leur longueur, pour former en section comme un gros fil de fer recevant le contact latéral de la tige C, afin de supprimer par suite le frottement de cette tige contre les parois intérieures de la garniture.

Sous le titre de : *Système de chemin de fer atmosphérique,* M. Peters prit, le 3 septembre, un brevet de 15 ans, reposant sur l'emploi d'une soupape longitudinale sans ouverture, servant à opérer l'attraction au moyen de la friction des galets. La particularité de ce système est que le tube est renfermé dans une caisse en bois, sur les côtés de laquelle on a ménagé deux longrines qui servent à recevoir, en dessus comme en dessous, une suite de galets destinés à empêcher le déraillement. C'est, en effet, ce mode de locomotion qui exige le plus de précautions.

Les recherches auxquelles nous nous sommes livré nous ont fait connaître qu'une patente anglaise, enrôlée le 22 juillet 1846, au nom de M. Wheeler, et que le brevet pris par M. Merle le 9 septembre de la même année, pour un *système de chemin de fer atmosphérique*, étaient identiques. Nous allons rendre compte de ce procédé dont nous avons donné des sections transversales sur les fig. 20 et 21, et qu'il faut assimiler complétement à ceux faisant partie de la cinquième série.

Le tube propulseur A, a, dans la partie supérieure de sa surface, et dans toute sa longueur, une ouverture ou fente rectangulaire et étroite, placée entre deux cornes E qui supportent et guident une soupape en forme de couverture ou de diaphragme F, soit en cuir, en gutta-percha, ou toute autre substance flexible, boulonnée aux côtés extérieurs du grand tube. Ce diaphragme est renforcé, au milieu de sa surface supérieure et inférieure, dans toute sa longueur, au moyen de sangles en cuir ou autres. Il a une

épaisseur en dessus et deux ou plusieurs épaisseurs en dessous, de manière à remplir exactement la fente rectangulaire du grand tube. Ces sangles sont de plus renforcées et maintenues par de courtes plaques en cuivre ou autre métal, placées sur leur surface supérieure et inférieure, attachées par des rivets. Ce diaphragme, ou cette soupape couvrante, se trouve posée sur le sommet du tube, et en bouche hermétiquement l'ouverture longitudinale de la manière indiquée fig. 20.

Le piston est placé dans l'intérieur du grand tube, de manière à ce qu'entre la base de ce piston et les parois du tube, il ne puisse s'échapper de l'air. Il est en outre attaché à une espèce de chariot ou bâtis, marchant sur des galets, et portant une roue ouvrière K, qui se projette à quelque distance au-dessus de l'ouverture, soulevant le diaphragme F pour lui faire prendre la position indiquée en pontué sur la même fig. 20.

Une ligne de tuyaux semblables, posée entre deux lignes de rails, et les dispositions nécessaires étant prises pour créer le vide au moyen de pompes pneumatiques, de vapeur ou autrement, dans la partie du grand tube qui est en face du piston H, la pression de l'atmosphère derrière le piston le poussera en avant avec une force proportionnée au degré d'exhaustion. Obéissant à cette force, le piston et le bâtis auquel il tient se porteront en avant, emportant avec eux la roue ouvrière K qui, soulevant le diaphragme F, et agissant contre une roue ouvrière extérieure, la fera marcher et entraîner avec elle le wagon dont elle fait partie. A l'arrière de ce wagon se trouve une petite roue susceptible d'être haussée ou baissée à volonté, qui suivra les roues ouvrières guidant le diaphragme F, et comprimant la partie centrale renforcée de ce diaphragme sur sa place, c'est-à dire sur l'ouverture longitudinale pratiquée au sommet du tube.

On verra qu'aucun air atmosphérique ne peut entrer dans ce tube, si ce n'est par l'extrémité à l'arrière du piston, ce qui fait qu'aucune perte de force par des fuites ne peut avoir lieu. Mais lorsqu'il sera nécessaire d'admettre l'air atmosphérique à travers le piston H, soit pour venir en aide aux freins pour arrêter le wagon, ou à d'autres fins, on pourra obtenir cet effet par le moyen du garde placé sur le wagon, qui tirera en arrière un levier qui presse sur la petite roue, de manière à agir comme dans les dispositions de MM. Labruère et Griffiths.

La fig. 21 indique un autre arrangement de la soupape de couverture ou diaphragme F′ qui, au lieu d'un large morceau de cuir ou d'autre substance élastique, se compose d'un nombre de courroies ou sangles de cette substance, unies longitudinalement ensemble par leurs côtés ou lisières, soit qu'on les rive ou les couse, soit qu'on les attache de toute autre manière. Au repos, la bande de cuir ou d'autre substance supérieure, et la plus large, qui est attachée aux bandes plus étroites qui se trouvent de chaque côté, tombe à plat sur le sommet du grand tube, comme l'indique la figure, la partie centrale et renforcée de cette soupape (de même que celle représentée fig. 20) s'adaptant à l'ouverture du sommet et la remplissant.

Les lignes ponctuées montrent la forme que prend cette soupape, quand elle est soulevée par le passage de la roue ouvrière intérieure K. Elles représentent aussi la manière dont les bandes de la couverture sont unies à leurs bords ou lisières, de manière à fermer hermétiquement le grand tube.

Dans cet arrangement, comme dans celui qui précède, il n'y a aucune ouverture sur toute la longueur du tube, et par conséquent l'air atmosphérique ne peut entrer que par l'extrémité de celui-ci, ce qui évite toute perte de force. Le piston, le bâtis auquel il tient, les roues ouvrières, etc., peuvent être les mêmes dans les deux hypothèses, la seule différence consistant dans la forme et l'arrangement de la soupape de couverture ou diaphragme au sommet du tube, de la manière décrite.

Un second procédé du même auteur, M. Merle, représenté sur les fig. 22 et 23 même planche, repose sur l'emploi de glissières à équerre E, recouvrant la rainure longitudinale, et assemblées deux à deux à charnière en *f*. Ces glissières sont mobiles, et reçoivent l'impulsion de trois galets moteurs C C′, qui, fixés à une pièce de fonte D, solidaire avec la première voiture, opèrent le découvrement des glissières qu'un fort ressort méplat *h* force constamment à reprendre leur place primitive. Ce ressort est maintenu par la petite colonne I, boulonnée au tube de propulsion A.

Quoique cette notice soit consacrée spécialement à l'examen des moyens employés ou des principes posés, pour faire usage de la locomotion atmosphérique, nous pensons qu'il ne sera pas sans intérêt de faire connaître également le nouveau piston imaginé par MM. Lamiral et Payerne, et breveté, le 16 septembre, sous le titre de : *Piston élastique, propre au tube des chemins de fer atmosphériques.*

Il se compose, ainsi que nous l'avons représenté sur la fig. 24, pl. 7. d'un cylindre métallique creux A, ajusté dans une boîte à étoupe de grande dimension B, et entouré, par une de ses extrémités, d'un manchon en cuir souple C, rempli d'eau. Le fond, enveloppé du cylindre, est relié, avec le fond du manchon D, par un ressort à boudin F, pouvant s'allonger ou se raccourcir, suivant la pression. On conçoit maintenant que ce piston pourra se prêter non-seulement à toutes les inégalités d'un tube non alésé, mais encore à celles résultant d'une différence de diamètre, car, en supposant que le tube propulseur devienne plus grand, comme cela a lieu lorsqu'il faut gravir des pentes, le ressort à boudin, tendant constamment à ramener le piston A, fera gonfler le manchon D, pour lui faire occuper un volume plus considérable. Si, au contraire, le tube devient plus petit, la quantité d'eau refoulée, tendra à faire sortir le piston d'une quantité correspondante, tout en étant également maintenu par le ressort à boudin.

Nous avons représenté, fig 25, même planche, le système de fermeture de M. Mouflard, breveté le 3 octobre 1846, pour *Genres de soupapes longitudinales de tubes propulseurs des chemins de fer atmosphériques*, et qui se compose d'une équerre en acier *a*, reposant sur un boyau en caoutchouc *b*, et formant charnière au point *c*. Un ressort *d*, fixé à des oreilles venues de

fonte avec le tube A, soutient le mouvement des équerres formant soupape, lorsque celles-ci, renversées par le galet B fixé au wagon moteur, donnent un libre passage à la tige de connexion coudée C. Le mécanisme est recouvert par un toit métallique *i*, pour le tenir à l'abri de la pluie et de la poussière.

D'après ce qui précède, on voit que les ressorts jouent un certain rôle dans la construction des fermetures atmosphériques; le moyen imaginé par M. Jeunet, breveté le 6 octobre 1846, sous le titre de : *Système de tubes d'aspiration, propres aux chemins atmosphériques*, et représenté fig. 26, pl. 7, en est une application directe.

Le tube de propulsion en cuivre rouge A est surmonté d'un autre petit tube A′ en deux parties. Ces deux tubes sont entourés de distance en distance par de fortes nervures *a*, qui s'assemblent et peuvent tourner autour des points *b*, lorsque des galets, solidaires avec le premier wagon, et agissant sur les parties *c* des nervures, tendent à les écarter, à faire par suite ouvrir les deux tubes A et A′, et à laisser ainsi le libre passage de la tige. La rainure longitudinale du grand cylindre, et celle du petit qui reçoit également un piston pour aider à l'écartement du tube, sont tenues fermées par des ressorts à boudin *e*, agissant sur les oreilles *f* des nervures *a*.

Sous le titre de *Chemin de fer atmosphérique sans soupapes*, M. Roth prit, le 24 novembre 1846, un brevet de 15 ans que nous avons représenté en section transversale et en plan sur les fig. 11 et 12, pl. 8. Comme dans le système de M. Pilbrow, c'est à l'aide de secousses intermittentes que le convoi est animé d'un mouvement de translation. L'auteur emploie à cet effet un tube A, de forme particulière, recevant des roues *a*, montées sur un axe *b*, portant lui-même les galets horizontaux *c*. Ce sont ces galets qui, embrassant la tige du wagon C, lui communiquent l'impulsion donnée par le piston articulé B. Pour éviter le déraillement, la tige de connexion s'agrafe avec un champignon *d*, fondu avec le tube, et glisse facilement sur celui-ci, au moyen de deux petits galets rapportés à sa partie inférieure.

Ce système se distingue : 1° par l'emploi d'un piston B à plusieurs articulations, mis en mouvement par l'air comprimé ou simplement par la pression atmosphérique ; 2° par l'engrenage de ce piston avec les moulinets à plusieurs bras ; 3° par l'emploi de disques laminoirs *e*, en contact avec la [illegible] des wagons ; 4° par le champignon *d* du tube, embrassé par les [illegible] à galets de la [illegible], pour constituer un guide central, supprimant [illegible] ; 5° enfin par la faculté de faire marcher les convois dans les deux sens [illegible] le vide et l'air comprimé.

Nous [illegible], parmi les systèmes de tubes fermant simplement par leur [illegible], celui [illegible] toute remarquable et toute [illegible] de M. [illegible], et représenté sur les fig. 20 et 21, pl. 6.

On voit que la [illegible] du tube de propulsion A est fixe et rigide [illegible] de distance en distance, par des supports en fonte que l'on [illegible], comme à l'ordinaire, sur les traverses en

bois du chemin. Cette partie inférieure peut être en fonte ou en tout autre métal. Les deux parties latérales *e e'*, qui forment la plus grande particularité du système, se composent de feuilles de tôle, consolidées par des fragments de cercles en fer ou en autres matières, et rivés à l'extérieur. Ces deux parties forment avec la première inférieure un cylindre exact, complet, lorsqu'elles sont rapprochées de manière que la garniture *i*, qui est rapportée à leur sommet, coïncide parfaitement sur une hauteur qu'on peut faire aussi large que le besoin l'exige.

Une telle fermeture est très-simple, peut durer fort longtemps et rester constamment bien hermétique; la garniture s'usera d'autant moins qu'on lui donnera plus de hauteur, et, d'ailleurs, elle n'est pas forcée comme dans plusieurs systèmes proposées; aussi le frottement de la tige de connexion pendant son passage est très-faible, comparativement à ceux des appareils connus. Cette garniture peut encore être soutenue par une équerre métallique *h* qui sert à l'assujétir sur les bords supérieurs du tube.

Il est aisé de comprendre qu'une telle disposition est d'autant plus avantageuse, qu'elle permet d'avoir des tubes parfaitement cylindriques et parfaitement unis dans tout leur intérieur, ce qui ne peut arriver avec le système de tubes en fonte à rainure, qui, par cela même qu'ils sont fendus sur toute la longueur, sont très-difficiles à venir exactement ronds, malgré les fortes nervures que l'on est forcé de leur ménager à l'extérieur, et malgré la forte épaisseur qu'on leur donne pour empêcher leur déformation.

On peut facilement aussi se rendre compte que lorsqu'il y a vide à l'intérieur du tuyau, la pression extérieure se faisant sentir sur toute la surface des deux parties latérales et flexibles *e e'* fait rapprocher ses deux bords supérieurs, et par conséquent coïncider les deux garnitures, qui forment, de cette sorte, un joint d'autant plus parfait, d'autant plus étanche, qu'il y a plus de pression extérieure, puisque c'est par l'effet de cette pression que le tuyau tend à se comprimer sur lui-même et, par suite, à serrer le joint; et comme cette pression est égale partout, il n'y a pas de raison pour que le tube se déforme, pour que sa forme cylindrique change.

A mesure que le piston propulseur marche, poussé par la pression atmosphérique qui le suit derrière, sa tige, à laquelle il est assemblé à une certaine distance par une tringle en fer, que l'on munit d'un contrepoids à l'extrémité opposée, fait nécessairement écarter les deux parties latérales du tube, qui lui livrent aisément passage. Il y a alors une légère déformation; les bords supérieurs sont un peu soulevés, mais aussitôt après le passage ces deux parties tendent nécessairement à se rapprocher, autant par leur propre élasticité que par l'excès de pression extérieure qui est toujours un peu plus considérable que celle intérieure, puis, d'ailleurs, elles se ferment complétement dès qu'on forme le vide intérieurement.

La distance qui sépare le piston de la tige étant suffisante, il en résulte que le tuyau s'ouvre naturellement avec la plus grande facilité, sans effort sensible; l'ouverture se fait sur une grande longueur, ce qui permet à

l'air d'entrer derrière le piston et d'aider sa marche, en diminuant le frottement de la colonne d'air, qui est obligé de suivre le piston dans certains genres de soupapes, qui ne laissent pas rentrer l'air suffisamment, et même souvent ne le laissent pas rentrer du tout.

M. Mecus d'Arlon prit, le 2 juin 1847, un brevet de 15 ans en Belgique et en France pour un *système de chemin de fer atmosphérique par l'air comprimé*, qui repose principalement dans le moyen de régler à volonté les rentrées d'air, et dans l'emploi d'un piston pouvant, à volonté, marcher dans les deux sens sans être sorti du tube. Ce moyen, qui nous a paru assez rationnel, consiste à faire rentrer alternativement le cuir embouti qui opère la fermeture dans une espèce de calotte placée à chaque extrémité du tube, lorsqu'on ne veut plus s'en servir ; comme chaque bout du piston est muni d'un cuir placé en sens inverse, il s'ensuit que l'emploi de l'un exige le retrait de l'autre, et réciproquement. Cette opération, qui s'effectue sur le wagon directeur, se fait facilement et avec promptitude.

Ce brevet est le dernier inscrit au ministère de l'agriculture et du commerce, il termine ainsi la nomenclature que nous venons d'exposer, nomenclature que nous avons tâché de rendre aussi complète que possible, en puisant les renseignements à toutes les sources, françaises ou étrangères ; malgré le nombre considérable des découvertes que nous avons décrites ou mentionnées, il en est pourtant dont nous n'avons pas parlé, parce qu'elles effleuraient seulement le sujet que nous traitions, ou parce que leur importance pouvait être contestée.

L'intérêt qui s'attache en général aux chemins de fer atmosphériques, nous a engagé à faire connaître, à peu près, toutes les dispositions que l'on a proposées à ce sujet depuis peu d'années. On voit, par ce qui précède, que le nombre des brevets qui ont été pris soit en France, soit ailleurs, pour cet objet, est extrêmement élevé (1), ce qui peut donner une idée de l'importance qu'on y trouve. Parmi ces brevets, il en est certainement qui sont curieux par les particularités qu'ils présentent, par les ingénieuses combinaisons qu'ils renferment. On nous pardonnera, nous l'espérons, d'être entré dans la longue énumération que nous venons d'en faire, nous avons pensé qu'il était indispensable de donner cet historique, pour montrer combien cette question a été étudiée. Nous allons maintenant décrire avec quelques détails les systèmes qui offrent le plus de chance de succès, puis nous arriverons à celui adopté à Saint-Germain, qui nous a conduit tout naturellement à publier, comme complément, les machines pneumatiques, les chaudières, les treuils, etc.

(1) Nous n'avons pas compté moins de 70 brevets demandés en France pour les chemins de fer atmosphériques.

APPAREIL DE PROPULSION ATMOSPHÉRIQUE,

SYSTÈME HALLETTE. — (PLANCHE 8.)

Nous avons vu, pl. 6 et page 75, que la fermeture longitudinale de M. Hallette consistait en deux boyaux gonflés d'air appelés *lèvres*, logés dans les cavités supérieures du tube de propulsion, et permettant à la tige de connexion de franchir son étendue sans livrer passage à l'air. Nous allons maintenant jeter un coup d'œil sur l'organisation matérielle de la traction, et donner quelques chiffres et résultats d'expériences qui compléteront l'exposé de ce système.

Le tube de propulsion est placé au-dessus du sol dans le milieu de la voie, exactement entre les deux rails, auxquels son axe doit être parfaitement parallèle. Au lieu d'être posé et fixé par des boulons sur les billes ou traverses qui portent les rails, et qui, par conséquent, sont très-fatiguées et fréquemment dérangées, ce tube propulseur est isolé, indépendant de ces billes et de leur gauchissement; il est fixé sur une ligne de pieux bien alignés, de longueur et de force indiquées par la nature du terrain, et portant à leur tête une fourche où se loge une lame de champ venue de fonte avec le tube. On cheville ou on clavette les tubes lorsque tous les assemblages d'un fragment de ligne sont faits.

Ce tube est interrompu d'abord aux stations pour pouvoir établir des gares d'évitement; puis à des distances de trois, quatre ou cinq kilomètres, suivant les nécessités pour des passages de niveau, des croisements ou des embranchements de route. Dans tous les cas, une machine stationnaire dessert toujours environ huit kilomètres, ou deux lieues de chemin, et communique directement avec chaque sorte de tubes que nous venons d'examiner, et qu'on peut classer ainsi :

1° Tube de propulsion de la route;
2° Tube de station;
3° Tube d'évitement.

Aux points d'interruption du tube propulseur, dont les sections laissent entre elles un espace de vingt mètres, s'opèrent naturellement deux passages de niveau à chaque station. Les aspirateurs qui mettent les sections en rapport avec les appareils pneumatiques passent sous le sol; une disposition semblable permet d'établir les autres passages de niveau voulus, sans travaux d'art et sans autre inconvénient que de multiplier les tuyaux d'aspiration, les vannes et les clapets nécessaires à leur service.

Chaque tube est muni d'un clapet d'entrée et d'un clapet de sortie. C'est le piston qui les ouvre pendant sa marche, dans l'une ou l'autre direction; seulement, les employés de service aux stations les tiennent fermés, s'ils en ont reçu l'ordre, pour empêcher le départ des convois que l'on veut retenir. Ces clapets servent aussi à faire marcher les convois en avant ou en arrière, sur les tubes de station et même sur la route.

Outre ces clapets, chaque section du tube propulseur est aussi munie des deux vannes verticales des aspirateurs, pour que le vide se fasse toujours en avant du piston, quelle que soit la direction de la marche. Tant que les convois ne sont pas sur le tube propulseur, les vannes restent ouvertes, le travail des machines entretient le vide ou plutôt le degré de raréfaction nécessaire.

Ces dispositions bien comprises, voici comment peut se faire le service:

En supposant qu'un convoi, parti de l'une des extrémités, arrive dans une certaine direction, le piston, dans son passage, ferme l'un après l'autre tous les clapets des propulseurs. Si le convoi est direct, et qu'il ne doive point y avoir de croisement, le convoi traverse la station sans s'arrêter; les hommes de service n'ont rien à faire.

Il en est de même s'il doit y avoir croisement et que le convoi de retour se trouve déjà sur le rail d'évitement.

Dans le cas contraire, c'est-à-dire si le convoi doit stationner, le conducteur placé en tête s'y prépare, il modère la vitesse de la marche en entrant dans le tube de station, dont le préposé a fermé la vanne d'aspiration du côté de la sortie. L'air refoulé par le piston acquiert promptement une densité égale et bientôt supérieure à celle de, l'atmosphère, capable d'arrêter le convoi, quand même on ne se servirait pas de freins. On sait que la résistance de l'air s'accroît en raison de la diminution de l'espace qu'il occupe; c'est le frein le plus sûr, le meilleur à tous égards, et se proportionnant de lui-même à la force, à la vitesse acquise ou d'impulsion qu'il doit combattre. Il est facile de concevoir comment le conducteur peut ralentir la marche, peut aider à la rapidité de l'action résistante de l'air comprimé devant le piston : il n'a pour cela qu'à ouvrir le robinet modérateur, qu'à laisser entrer dans le tube une quantité d'air suffisante.

Lorsque le convoi est arrêté, il se trouve dans la position suivante :

Les deux clapets sont fermés, les deux vannes sont fermées et la communication interrompue entre la section du tube propulseur et l'appareil pneumatique;

Le piston est maintenu en équilibre du côté où il est entré par la pression atmosphérique et l'action des freins si on en a fait usage, et de l'autre par l'air comprimé.

Pour préparer le départ, il suffit de lever la vanne d'aspiration du côté où l'on veut marcher, et d'ouvrir le clapet du côté opposé; l'air se raréfie, et aussitôt qu'on lâche les freins, le convoi se met en marche avec la vitesse voulue. Le conducteur, en effet, a dans la main la clef du robinet modérateur, devant lui une échelle barométrique; il dispose à l'avance la force qui lui est nécessaire, suivant la charge, l'inclinaison du chemin et la vitesse convenable.

En sortant du tube de station, le piston entre dans la première section du tube de route. A chaque passage d'un tube dans un autre, le piston

ouvre d'abord le clapet d'entrée, puis fait tomber la vanne de l'aspirateur. A la sortie du tube, il agit inversement; il fait d'abord tomber la vanne de l'aspirateur, puis il ouvre le clapet de sortie du tube propulseur. Tout cela se fait sans arrêt, sans ralentissement appréciable. C'est le préposé de service à chaque interruption de tube qui est chargé de fermer, d'abord, le clapet que vient d'ouvrir le piston à sa sortie, d'ouvrir ensuite la vanne que le piston a fermée, et de fermer le clapet d'entrée du tube voisin, lorsqu'il est averti de le faire, afin que toute la ligne soit constamment en état de fonctionner dans l'un et l'autre sens.

Lorsqu'un convoi doit descendre une pente rapide, le préposé de service du sommet ferme la vanne d'aspiration; il ouvre le clapet, et le tube se remplit d'air. L'homme de service au pied de la descente a fermé de même la vanne d'aspiration et maintenu le clapet fermé. Le convoi arrivé sur ce tube, s'arrêterait bientôt quelles que fussent la vitesse acquise et la pente, si le conducteur ne permettait à l'air comprimé de s'échapper par le robinet régulateur. Son échelle barométrique lui fait connaître à chaque instant la densité de l'air en avant du piston; il est donc, on le voit, aussi maître de sa vitesse à la descente que sur les parties horizontales du chemin. Quelques jours de pratique suffiront pour le mettre en état de rendre sa marche régulière dans toutes les circonstances.

Chaque station aura deux machines à vapeur de 50 chevaux chacune, solidaires et indépendantes à volonté; à simple effet, principe de Cornouailles, avec une cataracte pouvant se régler elle-même (1). Les conducteurs mécaniciens n'ont pas à s'occuper de régler le mouvement de ces machines, variable de un coup à quinze coups par minute; ils n'ont besoin que de surveiller la bonne conduite du feu. Leur baromètre, ou tout autre appareil construit sur le même principe, peut régler le robinet de la cataracte, mieux qu'ils ne sauraient le faire eux-mêmes, de manière à maintenir constamment la dépression nécessaire dans les tubes de propulsion.

Les embranchements des chemins atmosphériques, soit entre eux, soit avec les autres, se feront, quant à la voie, comme sur les chemins à locomotives, et quant au tube propulseur, comme pour les passages à niveau ou pour les gares d'évitement.

Nous donnons, d'après M. Hallette, le prix comparatif de son système, avec ceux exécutés primitivement en France.

« Les dix chemins de fer exécutés en France ont coûté en moyenne 455,236 fr. par kilomètre, d'après M. le comte Daru. Les trois grandes lignes terminées ont coûté en moyenne 360,000 fr. par kilomètre, d'après le *Mémorial de Rouen*, cité dans le *Moniteur universel* du 9 février 1844; et l'on sait que l'évaluation de 300,000 fr. par kilomètre de la loi du 11 juin a été trouvée trop faible, à peu près par tout le monde. Quoi qu'il en soit, voyons quel serait le coût d'un chemin de fer

(1) Nous ferons voir la disposition de l'appareil nommé *Cataracte*, en publiant le système complet des machines de Cornouailles.

d'après notre système. Nous donnons ici le résumé d'un devis assez consciencieusement étudié, pour que nous ne craignions pas de l'exécuter au besoin, à nos risques et périls. Ce devis est, d'autre part, exempt de toute exagération en faveur de l'entreprise; cette exagération tournerait au détriment de l'inventeur, qui, entrepreneur ou non, se contente pour son droit d'invention, de dix pour cent de l'économie produite dans la construction, par son système, sur la somme de 300,000 fr. par kilomètre.

« TERRAINS. Le chemin peut être établi sur l'un des bas-côtés d'une grande route, sur le franc bord d'un canal : s'il est question de terrains neufs, les travaux d'art se réduiront à ceux d'un petit chemin. La construction d'une route de terre coûte, en France, d'après M. le comte Daru (*Des chemins de fer*, 1843, page 64), 60,000 fr. la lieue, ou 15,000 fr. le kilomètre. Pour mémoire . . . . 00,000 fr.

Terrassements, sable, traverses, coussinets, rails.	36,000
Stations, bâtiments divers, etc.	10,000
Tube propulseur, pose, accessoires.	160,000
Machines à vapeur, appareil pneumatique complet, 100,000 fr. l'un, pour 8 kilomètres; par kilomètre.	12,500
Wagons et voitures.	10,000
	228,500 fr.

« Soit 230,000 fr. par kilomètre. On voit que, tout compris, nous sommes resté au-dessous de l'économie réelle de construction de notre système, en la portant à 30 pour cent du coût des chemins de fer à locomotives. »

Nous avons représenté sur les fig. 13 et 14, pl. 8, une partie du tube de propulsion dans laquelle se trouve engagé le piston moteur, pour faire voir justement l'arrangement de ces deux parties. On reconnaît, comme fig. 2, pl. 6, le tube propulseur A et les gouttières *b*, qui contiennent les boyaux gonflés *a*; on aperçoit en outre la tige de connexion ou rayon communicateur E, formée de deux bandes de tôle, renflées légèrement au contact des boyaux *a*, et sur laquelle est ajustée la chape à charnière C, qui relie le piston avec le wagon directeur par la traverse en bois B.

Cette tige de connexion est reliée avec le corps du piston par la douille et le goujon J, de manière à ne former qu'une partie solidaire et à rendre leurs mouvements dépendants l'un de l'autre. Le piston proprement dit se compose, à la partie antérieure, d'un bourrelet H, en lames de fer élastiques pour amortir les battements lors de l'entrée dans les tubes, et à la partie postérieure, d'une douille en fonte I, à garniture de cuir pour former contrepoids et équilibrer tout l'ensemble. A la suite du bourrelet H sont placées les principales garnitures G, pincées entre deux cercles en bronze, et enfin vers la tige de réunion la soupape F, pour modérer la vitesse ou arrêter le convoi. Cette soupape, qui est placée suivant un angle de 45°, se manœuvre de l'intérieur du wagon directeur au moyen des tringles D fixes en un point *c*, qui leur sert de centre d'oscillation.

Nous extrayons du rapport de M. Mallet, fait au nom de la commission

scientifique nommée par le ministre des travaux publics, pour examiner le système Hallette, quelques détails pleins d'intérêt, et nous ajoutons en note les observations contradictoires de M. Hallette, pour faire apprécier les faits dans tout leur ensemble.

« M. Hallette possède de vastes ateliers dans lesquels il a établi son spécimen de chemin de fer atmosphérique. La longueur des rails est de 122^{m} 43, celle du tube propulseur est de 26^{m}85. Le diamètre de ce tube est de 0^{m} 38. Il est établi sous un hangar, auprès de la chambre d'une machine à vapeur de la force de 20 chevaux. A six mètres de l'extrémité de ce tube, la plus éloignée de la machine à vapeur, s'assemble un tube d'aspiration qui vient s'ajuster à la boîte à soupape du cylindre d'une pompe à air mise en mouvement par la machine à vapeur. Le diamètre de ce tube est de 0^{m}38, comme celui du tube de propulsion ; sa longueur est de 29^{m} 65.

« La surface intérieure de chacun de ces tubes est de 1133 centimètres carrés. Le cube de leur capacité est de 6^{m}40. Le diamètre intérieur de la machine pneumatique est de 0^{m}69. Sa surface est par conséquent de 3727 centimètres carrés. La course du piston étant de 1^{m}40, le cube résultant de cette course est de 0^{m} 5218. Ce cube est à celui des tubes dans le rapport de 1 à 12,30.

« La rainure longitudinale du tube de propulsion est fermée par deux boyaux gonflés d'air, en tissu, que M. Hallette regarde comme à peu près imperméable. On les introduit, lorsqu'ils sont vides, dans deux enveloppes en fonte adhérentes au tube et ayant la forme de gouttière. Près de son extrémité la plus éloignée de la machine, le tube propulseur est armé d'un clapet qui sert à le fermer, et qui s'ouvre, comme nous l'expliquerons plus tard, par l'action du wagon directeur.

« A l'extrémité opposée est une pompe à air destinée à enfler les boyaux ou lèvres. A cette pompe est adapté un baromètre (1) servant à indiquer la mesure des pressions au delà de la pression atmosphérique.

« Les boyaux enflés à une pression mesurée par une colonne de mercure de six à huit centimètres, le clapet du bout étant fermé et le piston introduit dans le tube, si l'on fait agir la machine pneumatique, le piston abandonné à la pression atmosphérique, après avoir été retenu un instant, en reçoit l'impulsion sur 20 à 22 mètres, c'est-à-dire depuis son point de départ jusqu'à ce qu'il arrive au-dessus de la tubulure de jonction du tube aspirateur. Après quoi il comprime l'air devant lui ; le clapet de sortie lui livre passage, et il continue sa course par la vitesse acquise jusqu'au sommet du plan incliné, où on achève de l'arrêter par l'action du frein, Le wagon pèse 5,410 kil., non compris les hommes qui le montent. L'on part lorsque le baromètre de la machine pneumatique marque 0^{m} 40.

« Dans sa course, le wagon entraîné par le piston, traverse à niveau une rue qui sépare les ateliers de M. Hallette. Le piston parcourt à l'air libre un espace de 13^{m}08, puis entre dans un tube exactement semblable au premier, de 17^{m} 50 de longueur. Ce tuyau, dégarni de clapets et de lèvres, a pour objet de faire voir comment le piston passe d'un tube dans un autre. A partir de la rue, au niveau de laquelle on passe, les rails s'élèvent sur 30^{m} par une rampe de 0^{m} 005, à laquelle en succède une autre de 0^{m}0163 sur 25^{m}. La dernière rampe s'étendant jusqu'au bout des rails sur une longueur de 30^{m}, est de 0^{m}0268. Là, le wagon arrêté et

(1) « Il n'est pas utile d'avoir un baromètre ; une soupape régulatrice avec un sifflet avertisseur remplit parfaitement la fonction d'indiquer au garde-voie qu'il a quelques coups de pompe à donner, quand la tension des lèvres est au degré qu'on désire. » H.

ensuite abandonné à lui-même, descend par la gravité. Le piston traverse à reculons le premier tube, le passage à niveau, le tube de propulsion, et vient reprendre sa position primitive d'où, après la fermeture des clapets d'entrée et quelques coups de piston de la pompe, il repart comme la première fois.

« Après cette description générale, nous allons passer à celle des organes particuliers de l'appareil.

« Le principal est le double boyau ou double lèvre, qui gonflé d'air bouche la rainure longitudinale. Ce boyau est formé d'une étoffe composée de plusieurs tissus superposés, comprenant entre eux une couche de caoutchouc à laquelle ils adhèrent fortement Ils sont en outre couverts, extérieurement et intérieurement, d'un enduit de caoutchouc. M. Hallette espère arriver à une imperméabilité complète. Il nous a montré plusieurs tissus dans ce genre, fabriqués à Leipsick (1).

Ces tissus destinés à divers usages prouvent que cette industrie est en voie de faire de remarquables progrès. Les appendices en fonte qui doivent contenir les boyaux ont intérieurement la forme d'un demi-cercle de 0m 09 de diamètre se prolongeant vers la rainure par des parties droites, laissant entre elles un intervalle de 0m 64, par où sort un renflement du boyau qui va s'appuyer, en s'aplatissant, contre le renflement du boyau opposé. C'est ainsi que le passage de l'air est intercepté. Pour ne pas user les boyaux et pour avoir un frottement plus doux, la surface en contact est couverte d'un cuir qui s'étend en dessus et en dessous au delà de cette surface. Ce cuir est retenu contre le boyau au moyen d'un lacet très-mince. M. Hallette, qui craint que quelques entrées d'air se fassent le long du lacet, est dans l'intention de substituer le collage (2).

« Les boyaux peuvent être fabriqués à de grandes longueurs de 50, de 60m suivant l'étendue de l'atelier ; cependant il faudra les ajuster les uns au bout des autres. Cette opération est facile : on les fait entrer l'un dans l'autre sur 0m 10 à 0m 12 de longueur, après avoir garni de colle en caoutchouc l'intérieur de l'un et l'extrémité de l'autre, ils sont fortement comprimés, et au bout de peu de temps l'adhérence est assez forte pour qu'on puisse les mettre en place.

« Ce procédé sera celui employé pour la réparation des boyaux lorsque quelque partie viendra à être hors d'usage. Après avoir laissé s'échapper l'air qui les gonflera, on sortira la partie à réparer de son enveloppe en fonte. Il faudra préalablement apporter le billot en bois sur lequel le collage doit avoir lieu et l'établir contre le tuyau de propulsion. L'élasticité du boyau, quoiqu'elle soit faible, permettra l'allongement de quatre à cinq centimètres nécessaire pour l'opération.

« Le clapet d'entrée et de sortie, réduit à sa plus simple expression, consiste en une plaque circulaire dans sa partie supérieure et rectangulaire dans sa partie inférieure, qui tourne autour d'un axe horizontal placé un peu plus bas que la partie

(1) « Ces tissus se font à présent, en Angleterre, par un procédé qu'on appelle (*vulcanisé*). C'est M. Brockedon, de Londres, qui donne, dit-il, au caoutchouc la propriété de conserver en toutes saisons son élasticité, et le rend inaltérable à l'huile. » H. « Nous ferons bientôt connaître des applications très-intéressantes du caoutchouc vulcanisé. » Ar.

(2) « Ce collage serait certainement un procédé praticable, mais il n'est pas nécessaire, et rendrait plus difficile le renouvellement des cuirs. Bien que ces cuirs doivent durer un assez grand nombre d'années, il peut néanmoins arriver qu'il faille en remplacer quelques parties, avant de renouveler les boyaux qui, n'ayant aucune fatigue, dureront deux ou trois fois autant. On pourrait comparer la fatigue du cuir des lèvres à celle d'un cuir à rasoir, sur lequel on ne le frotterait qu'une fois par voyage, c'est-à-dire une fois par jour ; la comparaison n'est pas exagérée, car la pression proportionnelle des surfaces est plus forte sur le cuir à rasoir que sur le cuir des lèvres du tube de propulsion. » H.

inférieure du tuyau, et qui vient, lorsqu'elle est abattue, se loger dans une boîte formant renflement au-dessous du même tuyau. Elle est tenue en place, c'est-à-dire verticale, par deux verrous qui pénètrent dans un trou de clavetage et qui se retirent par le passage du convoi. Ces verrous retirés, le clapet tombe du côté où l'air est le moins dense. Pour empêcher les rentrées d'air, d'une part, des vis de pression, au nombre de trois, appuient une boîte à filasse contre la charnière, et de l'autre un cuir enveloppant le clapet est pressé par un ressort contre la paroi du tuyau (1).

« A cette plaque sont joints deux appendices qui ont la forme de portions de cylindre et qui sont destinés à former la continuation du tuyau au-dessus de la boîte, lorsque la plaque est abattue.

« La rentrée qui se fait par cet organe est sans doute considérable. Pour remédier à cet inconvénient, M. Hallette a le projet de composer la plaque de deux plateaux formant avec la charnière un véritable soufflet, dont le pourtour en tissu imperméable comme celui des lèvres, s'enflerait par la pression de l'air, et en s'appuyant contre le tuyau fermerait hermétiquement, tout passage à l'air (2). Ce clapet, abattu par le passage d'un convoi, quel que soit le sens dans lequel il arrive, serait remis en place par un garde-voie aposté à la station. Cet ouvrier se servirait d'un levier ou clef, et arrêterait le mouvement lorsqu'il reconnaîtrait, à un repère, que le clapet est vertical. Il irait alors relever l'une des cames de clavetage et les verrous pénétreraient dans les chambres pratiquées pour les recevoir. Le clapet serait alors inébranlable.

« Il ne nous reste plus pour achever la description des organes du système de M. Hallette, qu'à parler des soupapes d'entrée d'air. L'auteur les place comme nous venons de le dire, à 500^m l'une de l'autre. Il s'est déterminé à adopter cette distance parce qu'elle n'occasionne qu'un sacrifice de force de un quarantième à peu près. Pour s'en rendre compte il a appliqué la formule de M. Bélanger, et il a trouvé que la pression de l'air sur le piston est réduite dans les proportions suivantes :

Pour une	longueur de	100^m	de 1	à	0^{m}990
—	—	200^m		—	0^{m}979
—	—	300^m		—	0^{m}969.5
—	—	400^m		—	0^{m}958
—	—	500^m		—	0^{m}948
—	—	1000^m		—	0^{m}896.50

« Il s'est arrêté à la distance de 500^m pour laquelle la perte de pression est de 1000 — 948 = 0^{m}052 ou de un peu plus d'un vingtième; mais il ne faut compter que la moitié de cette perte, parce qu'elle n'existe qu'à la distance de 500^m et qu'à l'orifice d'entrée d'air, la pression est entière.

« Les soupapes d'entrée d'air s'ouvriront par l'effet des galets attachés au wagon directeur, qui font le même office pour les clapets d'entrée et de sortie. Les galets en passant au-dessus de ces soupapes rencontrent des leviers auxquels sont attachés les clapets. Ils forcent l'une des extrémités de ces leviers à s'abaisser et par consé-

(1) « Il est facile de calculer la distance à laquelle doivent être placés les galets qui agissent sur les déclinchements des clapets à l'entrée ou à la sortie d'un tube, pour faire que la densité de l'air devant le piston qui avance, soit supérieure à celle qui se trouve du côté opposé sur lequel le clapet doit s'abattre. » H.

(2) « Ces changements sont faits avec un succès complet et une simplicité remarquable. » H.

quent l'autre à se relever en entraînant les clapets. Comme on est là derrière le piston et que le tube de propulsion est plein d'air, il n'y a pas d'effort à faire. En même temps que les clapets s'élèvent, la tige qui unit les deux leviers glisse dans un trou qui la guide et se trouve retenue lorsque les clapets sont à hauteur, par un petit déclic du genre de ceux des manches de parapluie. Ce petit déclic reste en saillie et fonctionne par conséquent jusqu'à ce que le piston d'une cataracte à air (pour n'avoir pas à craindre la gelée) soit descendu au point où il était avant l'action du galet sur les leviers. Alors, un levier coudé fait rentrer le petit ressort, les clapets descendent et reprennent leur première position.

« L'on conçoit que comme le robinet d'échappement de l'air peut être réglé pour que la descente du piston ne s'opère que dans un temps donné, il est facile de déterminer celui pendant lequel chaque soupape doit rester ouverte. A mesure que l'une d'elles se fermera, l'autre s'ouvrira. Ce procédé n'est qu'un projet ; le tuyau de propulsion qui nous a servi est trop court pour qu'on ait dû en faire usage.

« Nous allons maintenant passer aux expériences. Nous donnerons d'abord celles relatives à la formation du vide et aux rentrées d'air dans le tube ; nous exposerons ensuite les résultats que nous avons obtenus sur les divers frottements.

« Mais avant d'entrer en matière sur ces diverses expériences, nous devons appeler l'attention sur une circonstance qui s'est produite lorsque nous les préparions, circonstance qui nous a engagés à soumettre l'appareil à quelques épreuves d'un autre genre. Nous allons d'abord en rendre compte.

« Nous nous sommes aperçus d'abord que des rentrées d'air considérables avaient lieu, le tube propulseur étant fermé à l'une de ses extrémités par le piston et à l'autre par le clapet, nous y avons poussé le vide jusqu'à ce que le mercure du baromètre de la machine pneumatique marquât $0^{m}59$. Cette machine cessant alors d'agir, le mercure est descendu à zéro dans l'espace d'une minute cinquante-trois secondes. M. Hallette attribuant ce prompt abaissement à la mauvaise fermeture du piston et du clapet, organes qu'il se propose de perfectionner comme nous venons de le dire, fit enlever le piston, abaisser le clapet, et appliquer aux deux extrémités du tube deux plateaux en chêne dont les joints furent bouchés avec de la céruse. L'appareil ainsi préparé, nous nous mîmes à faire le vide. A cet effet, l'on avait préalablement introduit dans les lèvres une quantité d'air dont la pression était mesurée par une hauteur de $0^{m}12$ au baromètre de la pompe à air. Pendant que la machine pneumatique continuait d'agir, nous avons été surpris par un bruit semblable à une détonation. C'est que les lèvres, sur une certaine partie de leur longueur, étaient entrées dans le tube, qu'elles avaient été, selon l'expression des ouvriers, *avalées*. Il était donc intéressant de connaître jusqu'à quel point et dans quelles circonstances elles pouvaient résister à la force qui les attire dans le tuyau quand on y fait le vide (1).

(1) « Ces rentrées n'ont plus lieu par le clapet et le piston que dans des limites raisonnables, et quand la jonction des gouttières sera faite à emboîtement comme celle des tuyaux ; quand les pores de la fonte seront saturés de manière à ne plus laisser passage à l'air, les rentrées seront presque nulles dans la pratique. La tension de l'air, dont les lèvres sont gonflées, n'a pas besoin de dépasser $0^{m}12$, pour satisfaire à toutes les conditions d'une bonne fermeture et d'impossibilité d'avalement ; si ce phénomène a eu lieu (le rapporteur de la Commission le savait bien), c'est parce que la rainure avait 46 mill. de largeur au lieu de 26 mill., que les boyaux formant les lèvres, n'avaient que 90 mill. de diamètre au lieu de 105 mill., ce qui nous avait nécessité de placer derrière les lèvres, dans les gouttières, des lateaux recouverts en drap collé, pour forcer celles-ci à se toucher par la tangente ; ce qui permettait à l'air de tourner autour du boyau. Depuis que de nouvelles lèvres ayant les dimensions convenables, ont été placées, le contact de la fonte des gouttières avec les lèvres est parfait. » H.

« Pour que cet effet se produise, il faut qu'elles passent à travers l'ouverture de 0^m046 qui forme la rainure longitudinale. M. Hallette a l'intention d'en diminuer la largeur. Nous verrons plus loin s'il pourra le faire sans inconvénient.

Quatre expériences ont été faites pour savoir de quelle manière se comportaient les lèvres,

« Après les avoir tendues à 0^m06, on a fait le vide dans le tube propulseur. Elles sont entrées au moment où le baromètre de la machine pneumatique atteignait 0^m31.

« Elles ont ensuite été tendues à 0^m12 et sont entrées dans le tube sur six mètres de longueur, lorsque le baromètre marquait 0^m54.

« Tendues à 0^m18 elles ont résisté à une aspiration de vide porté jusqu'à 0^m59.

« Enfin, tendues à 0^m26 elles ont résisté à un vide de 0^m68.

« Nous avons fait deux expériences pour connaître l'élévation du mercure dans le baromètre à chaque coup de piston de la machine pneumatique. Ici comme à Dalkey le baromètre communiquait par sa partie supérieure avec le tube d'aspiration, et indiquait par conséquent le degré de vide obtenu dans ce tube.

« Dans cette expérience, les lèvres ont été tendues à 0^m26, cette tension n'y a été maintenue que par l'action lente mais constante de la pompe à air. Cette continuité obligée d'action provenait de la manière défectueuse dont les boyaux de cette pompe étaient ajustés avec les extrémités des lèvres. Il y avait à la jonction une fuite considérable d'air. Une meilleure exécution fera sans doute disparaître cet inconvénient; mais il est probable que, lorsque les lèvres s'étendront sur une grande longueur, il sera nécessaire, malgré leur peu de perméabilité, d'y envoyer constamment de l'air pour les entretenir au degré voulu de tension (1).

« Dans la pratique la tension à laquelle on devra porter les lèvres dépendra du vide auquel on voudra marcher. Nous pensons qu'en général le chiffre indiquant cette tension devra être le tiers de celui qui indiquera le vide; avec une tension de 0^m20, l'on atteindra très-bien, sans aucune crainte de rupture d'équilibre, un vide de 0^m60.

« Tout ce que nous venons de dire sur les lèvres suppose que la rainure du tube propulseur présente une largeur de 0^m046, la même que nous avons reconnu exister dans nos expériences. M. Hallette a l'intention de la réduire à 0^m026. Il est probable qu'alors dans aucun cas les lèvres n'entreraient dans le tube; mais pourra-t-il opérer cette réduction ? C'est une question qui pour nous n'est pas encore résolue.

Il donne à la tige de jonction une épaisseur de 0,018, et il est impossible de lui en donner moins, puisqu'il doit ménager dans son intérieur une fente par laquelle il fait passer :

1° Le tube de communication du baromètre, placé sur la voiture directrice;

2° La tige du piston de la pompe à air, au moyen de laquelle il enfle les lèvres annulaires du piston;

3° Celle du système de soupapes destinées à donner passage à l'air que, dans certaines circonstances, M. Hallette propose d'envoyer au-devant du piston;

4° Enfin, le tube qui amène l'huile destinée à prévenir l'échauffement de la tige et à la lubrifier ainsi que les lèvres.

Il faut, enfin, donner à cette tige la solidité nécessaire. L'épaisseur de 0,018 nous paraît donc un minimum au-dessous duquel il ne serait pas prudent de descendre.

(1) « Avec des boyaux tout à fait imperméables, comme on les fait en Angleterre et même en France, il n'y a rien de plus facile que d'y maintenir la tension voulue. » H.

Si la largeur de la rainure est de 0,026, il ne restera que 0,004 de jeu de chaque côté. Or, ce jeu ne nous paraît pas suffisant, et nous craignons le frottement de la tige contre les parois de la rainure, ce qu'il faut surtout éviter (1).

« Si cette tige suivait les ondulations du wagon auquel elle est attachée, il serait facile de déterminer la quantité dont elle pourrait se mouvoir à droite ou à gauche de l'axe. En effet, le jeu du mentonnet des roues sur les rails, est au minimum de. 0,024

Celui des boîtes à graisse sur l'essieu peut être porté à. 0,016

Celui des plaques de garde sur le même essieu, peut aussi être porté à. . 0,016

Total du jeu. 0,056

« C'est l'amplitude des oscillations du wagon ou du mouvement de lacet. Dans les courbes, la force centrifuge lui imprime tout l'écart permis ; cet écart est de 0,028 pour chaque côté. Si nous remarquons maintenant que la rainure du tube propulseur se trouve à très-peu près au milieu de la distance qui sépare le point d'attache de la tige au piston, de celui de la même tige au wagon, il nous faut compter pour le jeu, à cette hauteur, pour un côté, 0,014, et pour les deux, 0,028, à quoi ajoutant les 0,018 qui forment l'épaisseur de la tige, nous retombons sur la longueur de 0,046.

« Mais M. Hallette nous dit : Je place une articulation dans la poutre en fer qui soutient le piston, de manière que le wagon, en se déplaçant, n'entraîne pas la tige. De plus, l'appendice qui se trouve à 0,25 c. en avant de cette tige, et qui est soutenu dans la rainure qu'il ferme, la force à suivre l'axe.

« Nous répondons que ces moyens n'ont pas été essayés, et jusqu'à ce que l'expérience les ait fait apprécier, nous ne pouvons rien dire de positif sur l'écartement auquel on pourra tenir les parois de la rainure, et que par conséquent les calculs que nous venons de faire sur les effets des lèvres conservent leur valeur (2).

« Nous allons maintenant rendre compte des expériences que nous avons faites pour connaître les frottements.

« Le wagon, chargé de deux personnes, pesait 5,550 kilog.

« Sur la plate-forme de ce wagon, devant le siége et à son pied, a été fixé un dynanomètre, qu'a bien voulu nous prêter M. Morin (3). A ce dynanomètre est adapté un mécanisme portant deux pinceaux qui tracent deux lignes sur une bande de papier qui se déroule par l'effet du mouvement progressif. L'écart de ces lignes indique la flexion des ressorts du dynanomètre, et par conséquent l'effort de traction. Un écart de 0,018 correspond à un effort de 10 kilog.

« Les expériences que nous avons faites sont contenues dans le tableau suivant :

(1) « Dans la pratique, la tige de connexion est garantie principalement par l'appendice attaché au piston pour intercepter le passage de l'air par la rainure. Il est impossible qu'elle marche en équilibre et sans déviation, en divisant en deux le jeu qu'on lui aurait laissé, comme les calculs de la Commission feraient croire qu'elle l'a supposé. Mais si la tige va jusqu'à frotter sur un des côtés de la rainure, elle ne la touchera que faiblement, car l'appendice et la lèvre s'y opposent. » H.

(2) « Ces conclusions de la part de M. le rapporteur, dénoncent une crainte extrême de se compromettre. » H.

(3) Nous avons publié cet instrument dans le 4e volume. Ar.

ÉTAT DU WAGON.	ÉTAT DES LÈVRES.	Vitesse moyenne du wagon par seconde.	Ordonnée moyenne de la Courbe.	Effort moyen correspondant.	
				kil.	kil.
1° Sans piston et sans tige.	«	0,108	0,0063	33	32,15
Id..	«	0,108	0,0053	31,3	
2° Piston dans le tube. . .	Lèvres vides . .	0,108	0,00774	43	40,40
id..	Id	0,108	0,0068	37,80	
3° id..	Tension de 0,06	0,108	0,0118		65,60
4° id..	Id. . . . 0,12	0,108	0.0120		66,60
5° id..	Id. . . . 0,18	Id.	0,01815		78,06

« Nous avons voulu d'abord reconnaître quel était le frottement des roues du wagon, frottement que l'on évalue généralement à 4 k. par tonneau. Nous l'avons trouvé ici plus considérable. La moyenne des deux expériences que nous avons faites, nous a donné 32k15, tandis que d'après la règle adoptée, nous n'aurions dû trouver que 22k20, e wagon chargé de deux personnes pesant 5,550 k. Le chemin était horizontal, mais les parties sur lesquelles reposaient les rails étaient supportées par des chevalets de pres de 4 m. de hauteur, qui sans doute fléchissaient sous la charge. A l'approche d'une partie rigidement soutenue par un massif de maçonnerie, se formait une rampe qui ne pouvait être franchie que plus difficilement que le reste du chemin. C'est par ce fait, que nous expliquons en grande partie, le frottement considérable donné par les expériences.

« Après avoir déterminé le frottement des roues du wagon, nous avons cherché celui du piston. A cet effet, nous l'avons attaché au wagon, et nous l'avons introduit dans le tube. Mais pour que la tige de jonction n'éprouvât aucune résistance, nous avons laissé les lèvres vides. Nous avons fait aussi deux expériences dans cet état des choses, et nous avons trouvé, pour leur moyenne, un chiffre de frottement de 40k 4. Le frottement du wagon étant de 32,15, celui particulier du piston était de. . . . . , . 8k 25

« Alors, nous avons enflé les lèvres. Nous les avons mises d'abord à une tension de 0,06 c. Le frottement correspondant a été trouvé de. 65 6

Si nous en déduisons, pour celui du wagon et du piston. 40 4

Il nous restera pour celui de la tige de jonction. 25k 2

A une tension de 0,12, nous avons trouvé le frottement de 26k 2, trop peu différent du précédent, pour ne pas croire à quelque anomalie (1).

A une tension de 0,18, il s'est élevé à 38k2.

« Nous pensons que dans la pratique on peut, sans commettre une erreur considérable, compter sur un frottement, pour le piston et la tige, de 40 à 45 k.

(1) « Non, il n'y a pas d'anomalie, c'est seulement parce qu'à une tension de 6 ou de 12 centimètres, la nature du frottement de la tige sur les lèvres n'a pas changé, et que cela a lieu au contraire lorsque la densité de l'air dans les boyaux est de 18 centimètres et au-dessus; alors la dureté des boyaux les fait rentrer dans la classe des corps en usage dans les arts, tandis que jusqu'à présent rien ne ressemblait au contact de nos lèvres souples, glissantes comme les parois de toutes les ouvertures humaines dont elles sont l'imitation, et au frottement desquelles aucun des coefficients adaptés n'est applicable. » H.

« Celui particulier de la tige, que nous pouvons porter à 36 k., aura deux effets que nous pouvons prévoir, mais non apprécier. D'une part, la tige s'échauffera, et de l'autre, les lèvres tirées alternativement dans les deux sens, pourront, quelque faible que soit leur élasticité, s'allonger de telle manière, qu'après un certain temps d'usage, elles se boursouflent devant la tige. Il résulterait de là un effort plus grand de la tige pour vaincre cet obstacle, ou, ce qui serait plus à craindre, la déchirure du tissu des lèvres A la vérité, l'effort de 18 k. qui s'exercera sur chaque lèvre, n'étendra son action que jusqu'à une faible distance, à cause de leur adhérence à l'enveloppe en fonte qui les entoure presque entièrement, et produira moins d'effet que si elles obéissaient à cet effet sur toute leur longueur. Mais malgré cette observation, propre à rassurer sur les résultats de ces tiraillements, il y a là une objection que malheureusement nous ne pouvons pas résoudre (1).

« Quant à l'échauffement de la tige, que l'on atténue un peu par la présence de l'huile ou de l'eau dont on la remplit, il ne produira aucun effet sur les lèvres pendant la marche, puisque cette tige, n'ayant que 0^{m} 27, ou le cinquième d'un mètre de largeur, et animée d'une vitesse de 15 m. par seconde, ne sera en contact avec chaque point des lèvres que pendant un espace de temps plus petit qu'une tierce; mais il est à craindre qu'au moment de l'arrêt, les lèvres ne soient, sinon brûlées, au moins détériorées.

« Ces deux objections ne peuvent recevoir de solution que par une expérience faite sur une grande échelle (2).

« Revenant aux frottements, nous rappellerons que ceux de l'appareil moteur du chemin d'Irlande ont été trouvés de 15^{k} 14.

« Ce chiffre, déterminé par une seule expérience faite au moyen de la pression atmosphérique, est sans doute moins exact que le précédent pour lequel nous avions à notre disposition un instrument de précision; cependant il faut reconnaître que l'appareil de M. Hallette donne lieu à des frottements plus considérables que celui de MM. Clegg et Samuda. Cela tient évidemment à ce que la tige de jonction, dans ce dernier appareil, parcourt librement la rainure, tandis que celle de M. Hallette est obligée de séparer et de refouler les lèvres. Mais cet inconvénient nous paraît devoir être plus que compensé par le vide plus parfait que les lèvres conserveront lorsque l'exécution des autres parties du système aura été faite avec le soin que naturellement on doit y apporter (3).

« De tout ce qui précède, il résulte que M. Hallette a trouvé le moyen de paralyser une partie des rentrées d'air dans les chemins de fer atmosphériques. Dans quelle proportion produit-il cet effet? Il serait intéressant de le connaître, mais jusqu'à présent les données nous manquent pour résoudre ce problème ; on trouve bien dans le Mémoire de M. Teisserenc qu'à Wormwood-Scrubs, où le tuyau avait 800 m. de longueur, les rentrées d'air par les bouts du tube étaient à celles qui s'effectuaient

(1) « Je regrette vivement que ces messieurs ne m'aient pas fait cette objection, j'aurais pu, par une expérience pratique, les convaincre qu'elle n'était pas fondée. » H.

(2) « Je répéterai encore que si M. le rapporteur m'avait fait cette objection, je lui aurais montré, que soit par la circulation de l'huile, soit par celle de l'air qui traverse constamment ma tige de connexion, il est impossible qu'elle acquière une température capable d'altérer les cuirs ou les boyaux des lèvres ; il est fâcheux pour moi, que mon système n'ait pas eu le même intérêt que celui de MM Clegg et Samuda. » H.

(3) « Il n'y a plus de doute pour moi ni pour tous ceux qui connaissent les deux appareils, que les frottements de mon piston, y compris ceux de la tige dans les lèvres, sont infiniment moindres que ceux du système anglais. » H.

par la soupape longitudinale dans la proportion de 1 à 2, d'où il conclut, en considérant que par un même tuyau, les rentrées par les bouts sont constantes, quelle que soit sa longueur, que pour un tuyau de 800 m. de longueur, c'est-à-dire 10 fois plus long, ces rentrées, comparées à celles de la soupape longitudinale devraient être dans le rapport de 1 à 20. Mais il ne faut pas attribuer à cette soupape toutes les rentrées autres que celles qui se font par les bouts du tube. Il passe nécessairement de l'air par les joints et sans doute aussi par les pores de la fonte. Mais en supposant que sur un tuyau d'une longueur pratique de 4 à 5,000^m, par exemple, la soupape Clegg et Samuda entre par moitié seulement dans les rentrées totales, ce serait un grand avantage en faveur de celle de M. Hallette, si par son moyen on pouvait supprimer cette moitié presque en totalité (1).

CHEMIN DE FER A AIR COMPRIMÉ, SYSTÈME CHAMEROY.
(PLANCHE 8).

Depuis quelque temps M. Chameroy a établi et fait fonctionner un spécimen de chemin de fer par l'air comprimé pour lequel il a pris brevet en 1844.

Dans ce système, des moteurs fixes servent à faire fonctionner des pompes de compression qui remplissent et alimentent d'air comprimé une conduite placée dans le sol entre deux voies, et sur toute l'étendue d'un chemin de fer. Sur les côtés de ce réservoir immense sont fixés des embranchements disposés de manière à pouvoir distribuer en temps utile l'air comprimé lors du passage des convois. C'est au moyen de ces embranchements qu'un tube articulé attaché au convoi est mis en communication avec l'intérieur de la conduite, et que l'air comprimé qui vient alors presser ce tube intérieurement; lui imprime la locomotion, ainsi qu'au convoi auquel il est attaché.

Nous avons représenté cette organisation sur les figures 15 et 16 de la pl. 8, sur lesquelles on peut remarquer la conduite principale B en communication avec les pompes de compression, et remplie, par conséquent, d'air comprimé à plusieurs atmosphères. Un convoi ayant en tête un tube locomoteur R est placé sur une des deux voies de ce chemin qui présente au point de départ un plan incliné.

Ces dispositions étant prises, on desserre les freins qui retiennent le convoi; le mouvement est d'abord déterminé par l'inclinaison du plan. Aussitôt que la partie antérieure du tube locomoteur R arrive sur le premier embranchement, la soupape V', placée en tête du tube R, est soulevée par le cône L, elle glisse sur le tube horizontal I, et se referme après

(1) « Il peut passer de l'air par le joint de MM. Clegg et Samuda, mais lors de l'expérience on les avait soignés, il en passait donc peu.

« Les tubes avaient été saturés de graisse, il ne rentrait donc très-probablement que l'air par la soupape. Ainsi, en supposant la rentrée d'air dans le rapport de 1 à 15 au lieu de 1 à 20, comme le trouve M. Teisserenc, ce ne serait pas la moitié de cette perte de force que j'aurais fait disparaître, mais bien les 8/9 pour une longueur de 5,000 mètres, et je pense que l'on peut aisément desservir une ligne de 8 à 10,000 mètres avec une même machine. » H.

avoir dépassé le cône opposé L'. Au même instant le bras X, portant la lanière en cuir V, est dirigé par le guide inférieur M, et passe, ainsi que cette lanière, dans la gorge horizontale H (fig. 16); il est remis en place de même que la lanière par le contre-guide N. En même temps le conduit aplati G, qui sert à l'introduction de l'air comprimé, s'est engagé dans l'ouverture longitudinale T, il glisse librement dans cette ouverture.

Aussitôt que la soupape V' est refermée, une came placée en tête du locomoteur fait ouvrir le robinet E, en manœuvrant le galet Q, le levier P et la clef ou manivelle F : l'air comprimé s'échappant alors de la conduite B, passe dans le conduit G, traverse le tube horizontal I, ainsi que les orifices *l* du cône L', et arrive dans la partie du tube locomoteur comprise entre la soupape V' et la garniture circulaire où il exerce immédiatement sa puissance locomotive sur la soupape fermée V. Le mouvement imprimé d'abord au convoi, par le plan incliné, se continue dans ce moment par le tube locomoteur R, qui s'avance en glissant sur la garniture circulaire en cuir embouti, laquelle forme piston fixe et maintient constamment fermée la partie du tube où arrive l'air comprimé. Lorsque l'extrémité postérieure du locomoteur R arrive sur le tube horizontal I, une pièce d'appui rigide vient presser le galet Q, et fermer le robinet E.

La conduite étant fermée, le locomoteur R quitte le premier embranchement et s'avance en vertu de la vitesse acquise sur le deuxième où toutes les pièces de l'appareil fonctionnant comme sur le premier, le convoi reçoit une nouvelle impulsion. Le tube locomoteur étant poussé d'un embranchement à un autre, parcourt ainsi toute la ligne sans interruption.

Pour modérer la marche du convoi, on fait manœuvrer les cames, dont nous avons parlé, afin d'empêcher l'ouverture des robinets, et réciproquement pour augmenter la puissance locomotrice, on ouvre ces robinets à l'aide d'une manœuvre analogue ; pour arrêter ou neutraliser l'effet des cames, on emploie les freins.

Lorsqu'on est sur le point d'arriver à destination, on change de voie pour s'engager sur celle de retour, et pour revenir, on ferme, au moyen des leviers *h*, la soupape qui était ouverte et on ouvre celle qui était fermée.

Le tube locomoteur est fondu avec quatre ou six larges nervures rectangulaires S', auxquelles s'adapte une longue plate-bande qui relie tout le système au wagon directeur, d'abord par les tringles coudées *e*, puis par les tringles *e*, faisant partie de la boîte à soupape Z.

D'après l'auteur, les avantages de ce système peuvent se résumer ainsi :

1° Économie sur l'établissement des rails, attendu que le locomoteur ne pèse que la dixième partie d'une locomotive ;

2° Le service pourra se faire en même temps sur deux voies avec une seule conduite ;

3° Cette conduite étant placée sous terre, est à l'abri de la malveillance, son entretien est nul ;

4° Cette conduite qui est composée de tuyaux en tôle et bitume (les seuls qu'on puisse employer pour contenir l'air comprimé), forme un réservoir immense où l'on peut puiser à volonté la force locomotrice nécessaire aux besoins du service;

5° On pourra rétrograder, diminuer ou neutraliser cette force pour descendre les rampes, où arrêter la marche du convoi. Enfin, on ne dépensera cette force qu'utilement;

6° La conduite étant placée dans le sol, on pourra franchir les passages de niveau;

7° La disposition du tube locomoteur, qui est articulé, permettra de franchir les courbes à petits rayons;

8° Il sera possible de lancer successivement plusieurs convois sur la même ligne; par cette raison on pourra envoyer des convois de secours;

9° En ouvrant plus ou moins les robinets, on obtiendra une force et une vitesse plus grandes, et on pourra monter les rampes;

10° Ce système de locomotion n'offre aucun des dangers qui existent avec les locomotives.

CHEMIN DE FER ATMOSPHÉRIQUE A AIR COMPRIMÉ,

PAR M. PECQUEUR. — (PLANCHE 7).

Les chemins de fer atmosphériques ont un grand but à atteindre, celui d'éviter au public les dangers auxquels l'exposent les lourdes locomotives, le feu et la vapeur avec lesquels il voyage par le système actuel. Si à la sécurité, ils joignaient une importante économie dans les transports, tout serait en leur faveur.

M. Pecqueur s'est préoccupé de l'idée de construire un système atmosphérique qui se prêterait aux inégalités de terrain, tout en utilisant entièrement la force des moteurs fixes. Il serait donc construit sur des parties hautes et basses des pentes ou des niveaux, comme cela se rencontre naturellement sur la surface du globe.

Ce système se compose : 1° d'un tube de la longueur du chemin et devant servir de magasin et de conduite à l'air comprimé; 2° d'un second tube, nommé propulseur, divisé en sections ou compartiments, lesquels devront être alimentés d'air comprimé successivement par le tube-magasin, qui lui-même le sera par des moteurs fixes. Ces compartiments sont destinés à recevoir un piston curseur dans leur intérieur, se reliant avec le wagon remorqueur par une tige de connexion, portant une fente longitudinale et une soupape qui ferme cette fente du dedans au dehors.

La longueur des compartiments ou des sections du tube propulseur dépendra, dans ce nouveau système, des accidents du terrain, parce que les séparations de deux compartiments, ou les solutions de continuité doivent être placées dans les parties les plus basses du chemin, afin de tirer parti de

la détente de l'air comprimé sans faire trop varier la vitesse des convois.

Chaque extrémité d'une section du tube propulseur sera armée d'une fermeture qui, ouverte, pourra laisser passer le piston curseur, et fermée, interceptera le passage de l'air par cette extrémité. Immédiatement à côté de chaque fermeture des extrémités des sections et en dedans, il y aura une communication entre lesdites sections et le tube magasin. Cette communication sera disposée de manière à pouvoir être ouverte et fermée quand il en sera temps, au moyen d'un robinet ou autre obturateur.

Nous avons représenté ce système sur les fig. 27 et 28 de la pl. 7.

La première de ces figures est une coupe verticale de l'ensemble de la voie, faite suivant la ligne 1-2 ; la deuxième est la vue en plan, prise à une solution de continuité du tube propulseur, en supposant qu'on a coupé horizontalement une partie de cette figure.

Le tube réservoir ou magasin de l'air comprimé est représenté en E, il règne sur toute la longueur de la voie et communique à volonté avec le tube propulseur dont on aperçoit les deux extrémités F F'. Cette communication est établie par les deux robinets H et H' et par les clapets K, destinés à fermer les extrémités des tubes propulseurs. Au moyen des ressorts L, et d'une petite manivelle attachée à la tige de chaque clapet, ces derniers tendent toujours à ouvrir le tube, d'où il résulte que lorsque la pression cesse, ils se rouvrent d'eux-mêmes. Mais étant ouverts, ce qui est nécessaire pour livrer passage au piston curseur, ils se trouvent vis-à-vis des robinets, de sorte qu'on ne saurait ouvrir l'un de ceux-ci sans que le clapet correspondant se fermât par la poussée de l'air comprimé.

Les robinets sont manœuvrés par les surveillants au moyen des leviers M et M' et des bielles correspondantes N et N'. Dans ce système, la soupape longitudinale S est placée sur le côté, pour être à l'abri des intempéries du temps et livrer passage à la tige de connexion coudée P, qu'on voit en élévation fig. 27. Les rails G, sont, comme à l'ordinaire, maintenus par des coussinets et des traverses en bois O.

Le piston est armé de deux doigts ayant la forme d'une oreille de charrue, l'un qui devancera la tige de connexion pour ouvrir la soupape et lui livrer passage, l'autre qui la suivra pour faire refermer cette dernière avant l'arrivée du piston. L'air comprimé qui le poussera, viendra presser la soupape à mesure que le piston la découvrira et la tiendra naturellement fermée pendant tout le temps qu'il pressera dessus, c'est-à-dire pendant la durée que l'on jugera utile.

MANOEUVRE DU SYSTÈME. — Supposons d'abord, dit M. Pecqueur, un surveillant placé à chaque extrémité du chemin et un autre surveillant placé à chaque solution de continuité. Disons que tous, en attendant le départ ou l'arrivée d'un convoi, doivent tenir leurs robinets H H' fermés. Supposons que les machines fonctionnent et que la pression dans le tube magasin est arrivée à la pression voulue, $1 \frac{3}{4}$ d'atmosphère, par exemple. Je ne prends que $\frac{3}{4}$ d'atmosphère de pression effective sur le piston cur-

seur, afin d'avoir plus de facilité pour comparer l'effet utile de ce nouveau système avec l'effet utile des systèmes particuliers, dans lesquels on ne peut guère atteindre que 3/4 d'atmosphère de vide.

Si lorsque la pression est arrivée à la hauteur voulue dans le tube-magasin, le surveillant ouvre le robinet du tube propulseur dans lequel le piston curseur se trouve engagé, l'air comprimé fermera le clapet placé à côté de ce robinet et viendra aussitôt pousser le piston curseur et le convoi partira.

Que le convoi parte d'un lieu bas ou d'un lieu haut, d'après ce qui a été dit ci-dessus, il arrivera au bout de la première section en descendant. Il s'ensuit qu'il n'aura pas besoin d'autant de force pour parcourir la fin des sections que pour en parcourir le commencement.

Si quand le convoi aura parcouru les 4/7 de la longueur de la section, le surveillant ferme le robinet, l'air comprimé qui se trouve alors accumulé dans le tube propulseur continuera de pousser le piston curseur en se détendant. Il poussera ce piston à la vérité avec une force décroissante, mais cette décroissance de force ayant lieu justement quand le convoi descendra, il s'établira naturellement une espèce de compensation dont le résultat sera que, sans un ralentissement sensible de la vitesse du convoi, on utilisera la détente de l'air comprimé, et la force des machines fixes sera transmise tout entière au piston curseur et par conséquent au convoi.

Ce convoi marchera donc par la détente de l'air comprimé environ les 3/7 du temps total. Pendant ces 3/7, il ne sera point pris de force dans le tube-magasin, les moteurs fixes marcheront toujours, cette force s'accumulera et sera plus grande justement au moment de s'en servir dans la section suivante qui, comme les autres sections, commencera par une pente ascendante. Ainsi, d'après ce système, la force sera toujours grande quand le convoi aura à monter et ira en s'affaiblissant quand le convoi aura à descendre.

Quand le convoi, ou plutôt le piston curseur, après avoir parcouru la première section, sera rentré dans la seconde, le surveillant de cette dernière ouvrira aussitôt la communication du tube-magasin, et l'air comprimé dans ce dernier viendra fermer le clapet K et au même instant pousser le piston curseur et faire monter le convoi.

Celui-ci une fois arrivé aux 4/7 de la longueur de la deuxième section, le surveillant refermera la communication et le convoi continuera de marcher par la détente de l'air comprimé accumulé. La pression de cet air finira lorsque le convoi aura parcouru toute la section. Alors le clapet de cette section se rouvrira seul par l'effet du ressort L. Le surveillant attendra un nouveau convoi pour recommencer la même manœuvre qui, comme on le voit, consiste à ouvrir et à refermer un robinet à chaque convoi qui passe. Le troisième surveillant fera comme le précédent et les suivants feront comme lui.

Les manœuvres seront les mêmes dans les deux directions, seulement

elles se feront sur le robinet H lorsque le convoi ira dans la direction indiquée par la flèche, et elles se feront sur le robinet H′ lorsque le convoi ira dans la direction opposée.

Lorsqu'il sera nécessaire d'établir un passage à niveau, on y placera le même mécanisme décrit ci-dessus, avec cette seule différence, qu'on mettra entre les extrémités des tubes propulseurs la largeur de la route à traverser. Le tube-magasin en cet endroit passera sous la route. Il y aura là un surveillant qui fera la même manœuvre que ceux dont nous avons parlé.

Le nouveau système de chemin de fer atmosphérique par l'air comprimé se caractérise : 1° par le placement des solutions de continuité du tube propulseur dans les vallées, ce qui rend les déclivités du terrain très-utiles au lieu d'être nuisibles, et permet de tirer parti de la détente ; 2° par la forme de la soupape et son ajustement au tube ; 3° par le placement de cette soupape sur le côté du tube, afin qu'elle se trouve à l'abri des intempéries des saisons ; 4° par la combinaison des fermetures et des ouvertures des tubes propulseurs, se faisant d'elles-mêmes, par la simple manœuvre des robinets de communication entre le tube magasin et les extrémités des sections du tube propulseur.

COMPARAISON DU NOUVEAU SYSTÈME

AUX SYSTÈMES ATMOSPHÉRIQUES PRÉSENTEMENT EXÉCUTÉS OU SUPPOSÉS,

PAR M. PECQUEUR.

« Je ne ferai cette comparaison, dit M. Pecqueur, que sous le rapport de la force motrice qu'ils exigent en particulier pour produire un effet semblable. Pour cela, je ferai abstraction des frottements de toute espèce et des fuites d'air. J'aurai ainsi des résultats théoriques comparables sous le rapport des forces exigées par chaque système.

« Pour rendre cette comparaison facile, je supposerai qu'il s'agit de faire avancer un convoi de 12 mètres dans une seconde de temps par chaque système atmosphérique.

« Supposons à tous ces systèmes un piston curseur de 663 centimètres carrés de surface, et que chaque piston curseur soit poussé par une pression effective de 3/4 d'atmosphère ; l'impulsion qu'ils recevront sera égale à la force de 80 chevaux.

« J'entends par pression effective, la pression qui agit sur une face du piston, moins la pression qui agit sur l'autre face.

« Ces 3/4 d'atmosphère effective peuvent avoir lieu par l'air comprimé et par l'air dilaté : dans le premier cas il faudra le comprimer à 1 3/4 d'atmosphère, et dans le second, il faudra le raréfier à 1/4 d'atmosphère.

« Supposons maintenant une pompe pneumatique mise en mouvement par une machine fixe, pour fouler ou pour raréfier de l'air, dont le piston aurait une surface égale à 12 fois celle du piston curseur et dont la vitesse serait 12 fois moindre ou serait d'un mètre par seconde.

« Dans cet état de choses, le piston pneumatique déplacerait à chaque seconde le même volume que le piston curseur.

« Voyons maintenant combien il faudrait de coups de cette pompe par seconde, pour produire le même effet sur le piston curseur de chaque système, c'est-à-dire 80 chevaux de force.

« Dans l'application du nouveau système par l'air comprimé ci-dessus, un seul coup de la pompe à air ferait parcourir les 4/7 des 12 mètres au piston curseur, sous la pression effective de 3/4 d'atmosphère.

« Les autres 3/7 s'effectueraient par la détente. Cela ne ferait pas une pression moyenne de 3/4 d'atmosphère effective sur le piston curseur, pendant sa course de 12 mètres, la résistance effective moyenne qu'éprouvera le piston de la pompe sera aussi moindre que 3/4 d'atmosphère de la même quantité: mais, attendu que la pression augmentera dans le tube-magasin pendant les 3/7 du temps, il en résultera dans le service qu'à chaque rentrée du piston curseur dans une nouvelle section, cette pression sera justement augmentée dans le tube-magasin de la quantité nécessaire pour que la moyenne des pressions effectives sur le piston curseur et sous le piston de la pompe à air, soit égale à 3/4 d'atmosphère effective. Tout compensé, il ne faudra qu'un coup de piston de la pompe à air pour faire avancer le piston curseur de 12 mètres sous la pression effective moyenne de 3/4 d'atmosphère, et pour lui transmettre une force de 80 chevaux.

« On voit donc que par ce système nouveau, excepté les pertes de forces produites par les frottements et les fuites, une machine fixe de la force de 80 chevaux transmettrait au convoi une force égale. On voit aussi que cette force pourrait se transmettre à une distance indéfinie, puisque le tube-magasin règne sur toute la longueur du chemin.

« Dans l'application des systèmes par le vide, inventés par MM. Pinkus, Clegg et Samuda, Hallette, Hédiard, etc., pour opérer un vide de 3/4 d'atmosphère dans 12 mètres du tube propulseur et faire avancer le piston curseur de 12 mètres sous cette pression effective en une seconde, il faudrait trois coups de la pompe à air ou pneumatique. Le premier coup ferait 1/2 vide, le deuxième 3|4 de vide et le troisième, s'il avait lieu en une seconde, entraînerait le piston curseur et lui ferait parcourir les 12 mètres en une seconde sous la pression effective de 3/4 d'atmosphère, et lui communiquerait, par conséquent, une force de 80 chevaux.

« Les deux premiers de ces coups de piston représentent le temps et la force employés pour faire le vide dans le tube avant l'arrivée, le troisième représente le temps et la force employés pendant que le piston curseur parcourt le tube en entraînant le convoi.

« Puisque dans ces systèmes le vide se fait à l'avance dans les tubes propulseurs et que les machines fixes ont le temps d'opérer ce vide avant l'arrivée du convoi, il est évident que leur puissance doit être limitée à celle nécessaire au troisième coup de piston de la pompe pneumatique.

« En le calculant, on trouve qu'il ne faudrait à chaque machine fixe qu'une force de 38 chevaux 1/4 pour produire une force de 80 chevaux sur le piston curseur ou sur le convoi, toujours à part frottements et fuites d'air.

« Produire une traction égale à 80 chevaux sur un convoi avec une machine fixe de 38 chevaux 1/4 seulement, c'est là un beau résultat! mais, quand on songe que dans ces systèmes il faut une machine fixe de cette force à tous les 5 kilomètres environ, ce qui ferait que, sur un trajet de 50 kilomètres, il faudrait 11 machines semblables

ou la force de 38 chevaux 3/4 × 11 = 420 chevaux 1/4

ceci change la question, et on voit qu'il faut plus de 5 fois autant de force aux machines fixes dans ces systèmes fonctionnant au moyen du vide, qu'il n'en faudrait dans le nouveau système fonctionnant au moyen de l'air comprimé.

« Dans l'application d'un système par le vide, dans lequel on établirait le vide à l'avance dans des réservoirs, comme l'a proposé M. Arnollet, le nombre des machines fixes serait le même que dans le système précédent; leur force seulement pourrait être diminuée d'une manière fort notable. Cependant, il reste évident que dans ce système, en supposant qu'il n'y ait pas d'autres obstacles à son application, on sera obligé de pomper tout le volume d'air atmosphérique que le piston curseur déplacera, et cela lorsque cet air sera dilaté; et dès lors, il faudra ou multiplier les coups de pompe, ou faire ces pompes plus grandes. D'où il résultera que la force qu'il faudra dépenser, abstraction faite des frottements et des fuites, sera plus de 30 pour cent plus grande que celle transmise au convoi.

« A ce système, il faudrait 11 machines fixes de 9 chevaux 1/2 de force, quand il en faudrait 11 de 38 chevaux 1/4 au système précédent, ou 104 chevaux 1/2 à l'ensemble des machines fixes pour produire 80 sur le piston curseur.

« Dans l'application du système de M. Zambaux, dans lequel l'air est pompé constamment à sa plus grande dilatation, il faut, pour que l'air atmosphérique presse sur le piston curseur avec une force effective égale à 3/4 d'atmosphère, que le piston de la pompe pneumatique retire l'air dans l'état où il occupe quatre fois le volume qu'il occuperait dans la pression atmosphérique; il faudrait, par conséquent, quatre coups de pompe par seconde pour faire avancer le piston curseur de 12 mètres par seconde. Chaque coup de pompe dans cette circonstance demandant une force de 38 chevaux 1/4

ce serait $4 \times 38\ 1/4 = 153$ chevaux

qu'il faudrait pour communiquer une force de 80 chevaux au piston curseur et au convoi.

« Si l'on compare le nouveau système par l'air comprimé avec ceux inventés par MM. Andraud, Bontemps, Séguier, Jobard et moi-même, système que l'on peut désigner sous le nom de locomotive à air comprimé, on trouvera que le meilleur de ceux-ci dépensera deux à trois fois autant de force motrice que lui pour produire le même effet.

« Si enfin on le compare au système de locomotive à vapeur, on trouvera une économie de combustible très-considérable des 5/6 au moins. A cet avantage du nouveau système, il faut joindre la suppression des locomotives et tenders, la sécurité des voyageurs, la faculté si essentielle de pouvoir suivre à très-peu près les déclivités du terrain, et enfin, la faculté de pouvoir remplacer, en partie ou en totalité, les machines à vapeur par des moteurs naturels qui se trouveraient près ou à une certaine distance du chemin.

RÉSUMÉ DES COMPARAISONS.

« La consommation du combustible, pour communiquer à un convoi une force de 80 chevaux, y compris les frottements et les fuites d'air, dans un parcours de 50 kilomètres à 2 kilogr. 1/2 de houille par force de cheval, serait:

« Par le nouveau système de l'air comprimé, de . . . . , .	200 kil.
« Par le système de vide de Pinkus, Clegg et Samuda, Hallette, Hediard, etc., de.	1,050
« Par le système Arnollet, elle serait de..	260
« Et par le système Zambaux, elle serait de.	382

CHEMIN DE FER ATMOSPHÉRIQUE

DE SAINT-GERMAIN,

(SYSTÈME CLEGG ET SAMUDA)

Exécuté sous la direction de M. FLACHAT,

INGÉNIEUR A PARIS.

(PLANCHE 9).



Lorsque les bons résultats du système de chemins atmosphériques de MM. Clegg et Samuda furent connus en France, on conçut l'espoir de gravir des rampes dont la pente fût plus considérable que celle qui est usitée dans nos chemins actuels.

Plusieurs projets furent présentés au gouvernement, entre autres celui de faire arriver le chemin de fer du Pecq, sur le plateau de la ville de Saint-Germain. Toutes les conditions désirables pour une expérience complète se réunissant en faveur de ce dernier, le gouvernement accorda pour cette expérience une subvention de 1,800,000 fr., votée par les Chambres, et la ville de Saint-Germain, qui avait tout intérêt à ce prolongement, vota 200,000 fr. pour cet objet.

En faisant commencer à Nanterre l'application du système atmosphérique, on pouvait espérer d'obtenir une expérience décisive sur une ligne de niveau; et en faisant monter le railway jusqu'à Saint-Germain, on cherchait la solution de ce problème plein d'intérêt : ascension de rampes successives, ascension de rampes maxima.

La prolongation du chemin primitif ne pouvant se faire à son point d'arrivée, à cause des impossibilités qui se seraient rencontrées à chaque pas, et la différence de niveau entre le plateau de la ville et le chemin de fer étant considérable, il devint nécessaire, et pour éviter ces difficultés et pour racheter cette pente, de placer l'embranchement à une grande distance du débarcadère du Pecq. Cette distance est de 1,500 mètres. La configuration de la côte au-dessous de la terrasse exigea, dans l'ascension du chemin de fer, une configuration pour ainsi dire semblable. La nécessité de ne point donner au pont sur la Seine et au viaduc qui lui fait suite, des proportions trop gigantesques, l'obligation dans laquelle on était de compenser les remblais à placer dans la vallée et les déblais à tirer de la

forêt, et de ne pas couper cette forêt soit par un remblais, soit par un railway de niveau; toutes ces nécessités réunies firent décider que la surface du chemin aurait une forme parabolique dont le premier élément aurait une pente de $0^m,0014$, et terminée par une tangente dont la pente continue serait de $0^m,035$ par chaque mètre. Des calculs faits avec soin firent reconnaître que cette pente pourrait aisément être franchie dans le système de propulsion par l'air atmosphérique (1).

Dans le principe, le système atmosphérique devait être appliqué depuis la station de Nanterre jusqu'à Saint-Germain; la voie, les machines et les tubes étaient même disposés, mais jusqu'à présent on n'a encore exploité que la portion du chemin comprise entre le bois du Vésinet et la plate-forme de Saint-Germain, et rien ne fait présager que l'on mettra à exécution le projet tel qu'il était conçu. C'est, au reste, la portion la plus intéressante et la plus utile, car celle comprise entre Nanterre et le pont biais de Montesson, et qui est desservie par une machine de 200 chevaux, placée à Nanterre, et une de même puissance placée à Chatou, peut être regardée comme sensiblement de niveau. Sur cette partie de la voie, le tube propulseur a $0^m,38$ de diamètre sur une longueur de 5,214 mètres; sur celle en activité, c'est-à-dire sur une partie de la longueur du gros tube ou environ 3,300 mètres, il en a un de $0^m,63$.

A Saint-Germain, deux machines accouplées de 200 chevaux chacune mettent les pompes pneumatiques en mouvement et sont construites sur le même modèle que celle de Chatou.

Nous allons revenir en peu de mots sur la disposition générale, le principe et l'organisation des chemins atmosphériques (système Clegg et Samuda), puis nous décrirons avec détails la voie, les soupapes, le wagon directeur, les machines, etc., qui composent l'ensemble du chemin de fer atmosphérique de Saint-Germain.

On se rappelle que dans ce système, c'est la raréfaction de l'air, produite par des machines, dans un tube longitudinal régnant sur toute la longueur de la voie, qui détermine l'avancement d'un piston sur l'une des faces duquel agit la pression atmosphérique, diminuée du degré de perfection de vide obtenu du côté de sa face opposée.

Ce piston, qui chemine ainsi dans le tube, est relié avec le premier wagon, construit à cet effet d'une forme particulière, qu'il entraîne avec une vitesse dépendant à la fois du degré de vide fait dans le tube et du poids des wagons à remorquer; des soupapes, placées de distance en distance, interceptent la communication de toute la longueur du tube et permettent d'établir des sphères d'action dans lesquelles agissent respectivement les machines fixes, disposées à intervalles variables sur le côté de la voie.

La fermeture du tube, l'élasticité de cette fermeture et sa propriété d'empêcher les rentrées d'air, causées par le passage de la tige, étaient

(1) Extrait d'une Notice descriptive sur les travaux d'art et le chemin de Saint-Germain, par M. Ch. Étienne, pages 6 et 7.

les conditions essentielles d'un problème duquel une foule de mécaniciens, d'ingénieurs et de savants ont cherché la solution.

Du tube et de la soupape longitudinale. — A Saint-Germain, on a copié exactement le système irlandais, et c'est la soupape exécutée pour ce chemin par MM. Chagot de Paris et Joly d'Argenteuil que nous avons représentée en plan et en coupe verticale, fig. 1 et 2, pl. 9.

Cette soupape est formée d'une lanière continue en cuir épais *a*, bardée sur toute sa longueur par de forts morceaux de cuirs *b* et par des lames de fer de mêmes dimensions *c*, assujéties au-dessus et au-dessous de ce premier assemblage. Ainsi formée, elle s'applique sur la surface supérieure dressée du tube de propulsion A, et y est maintenue par une tringle longitudinale *d* qui lui sert de charnière ou de centre de rotation. De distance en distance sont venues de fonte avec le tube des douilles *e*, recevant les boulons recourbés *f* au moyen desquels on serre à volonté la tige continue *d* contre la lanière *a*. Pour faire adhérer plus fortement cette dernière contre son siége et empêcher autant que possible les rentrées d'air, on a ménagé, sur la surface du tube opposée à la charnière, une rigole ou rainure *g* qu'on enduit d'un mélange de cire et de suif, qui, aidé de la pression atmosphérique, scelle exactement ces deux parties,

Toute la longueur du tube, formée par la réunion de tuyaux en fonte A, renforcés par de larges nervures *c'*, et s'emboîtant les uns dans les autres, est fermée par une soupape semblable à celle que nous venons de décrire; nous avons représenté une portion de l'ensemble de ce dernier, en plan fig. 3, en élévation fig. 4, et en sections transversales suivant les lignes 1-2, 3 et 4, fig. 5 et 6, sur la même pl. 9. Nous avons choisi pour spécimen la portion du tube qui aboutit à Saint-Germain, comme étant celle qui aide à gravir la plus grande pente, franchir la plus grande courbe, et qui est, par suite, du plus grand diamètre ($0^m,63$).

Il est facile de remarquer que les mêmes traverses *h* servent à supporter le tube de propulsion A et les rails ordinaires *i*, et que celui-ci est enterré dans le sol à peu près jusqu'au milieu de sa hauteur, de sorte que le piston chemine en contre-bas des roues motrices. Nous espérons avoir décrit suffisamment le principe en parlant du système de MM. Clegg et Samuda, pag. 73 et 74, pour que nous ayons besoin d'y revenir ici; nous commencerons donc immédiatement la description des appareils, en suivant pour cette explication la marche même d'un convoi à son entrée dans le tube au bois du Vésinet.

Les convois partant de la gare de Paris, suivent la même voie ferrée que par le passé, ils l'abandonnent à la station du Vésinet où on remise la locomotive, et où commence l'embrayage de ce convoi avec le wagon directeur. Au moyen de treuils à bras, on remorque tout le train jusqu'à l'entrée du tube, et c'est pendant ces opérations que le vide s'est effectué dans la totalité de ce tube de propulsion A. Sur une ligne de grande étendue, ce vide s'obtient par portions plus ou moins grandes selon la force

des machines pneumatiques ; sur celle de Saint-Germain, cette première manœuvre devait s'effectuer depuis Nanterre jusqu'à Chatou à l'aide des machines de Nanterre, construites par MM. J.-J. Meyer de Mulhouse ; et depuis ce dernier endroit jusqu'à Saint-Germain, à l'aide de celles de Saint-Germain, exécutées par M. Alfred Hallette d'Arras. Cette dernière portion du chemin est seule en activité, c'est la seule aussi que nous examinerons avec détails, en ne parlant que comme mémoire et comme renseignements du projet primitif et de ses accessoires. Les pompes de Chatou, construites à l'usine de Seraing en Belgique, devaient servir à faire descendre les trains lorsque la gravité ne suffirait plus pour leur imprimer la vitesse nécessaire. Pour cela, un diaphragme, placé à 700 mètres de l'embranchement, devait permettre à la machine de Chatou d'opérer le vide dans cette portion du gros tube une fois que le convoi ascendant l'aurait dépassé.

SOUPAPE D'ENTRÉE. — Lorsque le piston est introduit dans le tube, il s'agit de faire le vide devant lui ; mais pour le faire avec fruit, on intercepte toute communication au moyen d'une *soupape d'entrée*, et l'on fait agir le télégraphe électrique, qui avertit qu'on doit mettre en mouvement les machines pneumatiques (1).

Cette soupape est représentée en détails, pl. 9.

La fig. 7 en montre la coupe verticale, faite suivant l'axe du tube de propulsion.

La fig. 8, une autre coupe verticale perpendiculaire à la précédente, et faite suivant la ligne 5-6.

Et enfin la fig. 9, une élévation extérieure parallèle à la figure 7, et vue du côté du mécanisme.

Nous supposons un train montant à Saint-Germain : lorsqu'on a fermé la soupape en agissant sur le levier B, elle intercepte la communication entre la partie du tube dans laquelle on fait le vide et celle dans laquelle se trouve le piston, et par suite le convoi. A la première évacuation d'air enlevé par les premiers coups de piston des pompes pneumatiques, l'équilibre de pression étant rompu sur les deux faces du clapet ou soupape d'entrée C, cette dernière, basculant librement autour de l'axe *j*, qui lui sert de charnière, tend à retomber à sa position normale, car elle n'est retenue que par le secteur en fonte *k* et son contrepoids *l*, qui deviendraient bientôt insuffisants. On a donc été dans l'obligation d'exercer sur la face en contact avec la partie purgée, une pression factice qu'on est maître d'établir ou de retirer à volonté. Voici ce qui a été imaginé à cet effet : la partie du tube de propulsion dans laquelle se meut la soupape d'entrée est munie à sa base d'une tubulure *m*, à laquelle est boulonné le cylindre D. L'intérieur de celui-ci, fondu avec un orifice supérieur *n* et un orifice inférieur *o*, ouverts à l'air libre, reçoit le piston à garniture de cuir E, qui se relie avec le clapet C par la bielle ou tige F, ce qui rend

(1) Nous nous proposons de faire connaître bientôt la construction des télégraphes électriques.

le mouvement de ces deux pièces dépendant l'un de l'autre. Or, si l'on veut empêcher la soupape de retomber par l'aspiration de l'air du tube, on découvre l'orifice *o* et l'on ferme l'orifice *n* au moyen du tiroir *p;* l'air, se précipitant sous le piston E, agit sur toute sa surface; et comme celle-ci est sensiblement plus grande que celle du clapet d'entrée, on conçoit qu'il la maintient fermée avec une force dépendant à la fois de l'excédant de cette surface, de la perfection du vide dans le tube de propulsion et du poids *l*, multiplié par la longueur du bras ou secteur *k*. Lorsque ce vide est obtenu à un degré convenable, il faut faire baisser la soupape pour donner passage au convoi; à cet effet, on change la position du tiroir *p*, qui met alors en communication les deux orifices *n* et *o;* au même instant, l'air qui existe sur le piston est aspiré instantanément par la partie supérieure purgée, et l'équilibre de pression s'établissant bientôt, la soupape s'ouvre d'elle-même et sans choc pour livrer le passage au piston moteur.

En cas d'accident ou de fausse manœuvre, le cylindre D est garni à sa base d'une espèce de tampon ou ressort métallique *q*, qui amortirait le choc du piston si ce dernier venait à se détacher, et d'une soupape de sûreté *b'*, qui laisserait échapper l'air lors d'un faux mouvement.

La manœuvre du tiroir de distribution d'air *p*, s'effectue soit à la main, soit par le convoi même. Dans le premier cas, c'est en agissant sur la poignée G que l'on fait mouvoir l'axe qui le porte, la manivelle *r* et la tige à contrepoids S^2; dans le second cas, c'est au moyen d'un mécanisme particulier et fort ingénieux, dessiné en détails fig. 10. Il se compose d'un double levier à encoches H, situé à quelques mètres de la soupape qu'il commande, entaillé dans les rails *i*, et oscillant autour de son point fixe *t*. Lorsque la première roue du convoi fait baisser la partie recourbée de ce levier, sa partie opposée, qui, munie d'encoches, retenait le moulinet I, le laisse échapper en se soulevant pour lui faire prendre la position indiquée en ponctué; mais chaque extrémité de ce moulinet correspond avec un long et fort fil de fer *u* qui, se croisant dans le milieu de sa longueur, s'attache à un second moulinet J, qu'on voit représenté fig. 8 et 9; il s'ensuit donc que l'oscillation de ce dernier a fait agir le tiroir *p*, que le poids *v* tend toujours à faire descendre, et a fermé la communication de l'air pour établir celle du vide. On remet à la main les choses dans leur état primitif avec l'aide du levier G.

Soupape intermédiaire. — La soupape intermédiaire, qui n'existe pas dans la portion exploitée du chemin de fer atmosphérique de Saint-Germain, mais qui existe dans le projet, devait servir à limiter la sphère d'action de chaque machine motrice, et devait se manœuvrer d'une manière analogue, sauf quelques petites particularités dont la principale était la boîte à tiroir qui, au lieu de se trouver en communication avec l'air, l'était au contraire avec la portion purgée du tube par un tuyau recourbé : son principe, son mouvement, son but, étaient, d'ailleurs, les mêmes que précédemment.

Le convoi continuant sa marche est donc sur le point d'arriver à Saint-Germain. Ici se présentent deux cas différents celui où l'on fait usage du piston primitif représenté avec le wagon sur la fig. 13, pl. 9, et celui où l'on emploie au contraire le piston récemment construit fig. 4, pl. 10. Nous examinerons ces deux manœuvres d'arrivée lorsque nous parlerons du wagon et des pistons, nous allons, quant à présent, continuer et terminer l'examen des soupapes.

Soupape de sortie. —Elle est placée presqu'à l'extrémité du tube d'arrivée à Saint-Germain et au delà de l'embranchement souterrain qui sert à l'évacuation de l'air (fig. 4 et 5, pl. 9). Disposée sur des principes analogues aux deux soupapes que nous venons d'examiner, elle se manœuvre néanmoins sans l'aide de piston auxiliaire ou de contrepoids, comme nous allons le voir et comme nous l'avons représenté en détail fig. 11.

Cette soupape, oscillant avec l'axe *y*, sert à limiter la dernière sphère d'action des machines pneumatiques; à cet effet, et toujours dans la supposition d'un train montant à Saint-Germain, elle affecte la position indiquée en ponctué, de sorte qu'elle est maintenue dans cette position par la pression atmosphérique qui agit sur une de ses faces. Lorsque le convoi arrive et dès qu'il a dépassé le tube d'aspiration des machines pneumatiques, placé en deçà de la soupape de sortie, le tiroir *x* s'ouvre comme une glissière à l'aide d'un levier à encoches semblable à celui que nous avons décrit plus haut et dégage l'orifice *z*, dont est percée la boîte K. Cette manœuvre, qui s'effectue par l'équerre à contrepoids L, et les fils ou tringles *a'*, a pour résultat de permettre à l'air extérieur de pénétrer dans la portion du tube comprise entre la soupape et le piston moteur, de sorte que cet air, refoulé de plus en plus contre la soupape, acquiert bientôt une pression capable de faire baisser celle-ci sans aucun mécanisme et débarrasse ainsi le convoi de tout obstacle, lui laissant continuer sa marche par la seule vitesse d'impulsion jusqu'à la sortie du tube.

Nous croyons qu'il ne sera pas sans intérêt de lire, à la suite de cette description, les résultats obtenus en Angleterre et leur application à l'établissement de la ligne de Saint-Germain, par M. Flachat. Nous donnerons également, en leur lieu et place, la suite du rapport de cet ingénieur, comprenant les données et calculs des pompes pneumatiques, des machines, des chaudières, etc.

RÉSULTATS

OBTENUS SUR LES CHEMINS ATMOSPHÉRIQUES ÉTABLIS EN ANGLETERRE, ET ÉTABLISSEMENT DU CHEMIN DE FER ATMOSPHÉRIQUE, SUR LA LIGNE DE PARIS A SAINT-GERMAIN.

Avant de procéder à l'exposition des études et des calculs relatifs à l'établissement du chemin de fer atmosphérique de Nanterre à Saint-Germain, il convient d'indiquer les chiffres et renseignements transmis par M. Samuda à la compagnie de Saint-Germain. Ces renseignements établissent l'état des connaissances des ingé-

nieurs à l'égard des chemins de fer atmosphériques à cette époque, et le point de départ des études du chemin de fer de Nanterre à Saint Germain.

Voici ces documents :

INDICATIONS ET CHIFFRES FOURNIS PAR M. SAMUDA. — 1° Le vide qu'il convient d'employer est celui qui est mesuré par une colonne de mercure s'élevant à 15 pouces ou 0^m38. (On suppose ici, et dans ce qui suit, que le sommet d'un baromètre est mis en communication avec la capacité où on raréfie l'air, de façon que c'est la hauteur plus ou moins grande à laquelle monte le mercure qui mesure le vide plus ou moins parfait que l'on a atteint.)

2° La section du piston propulseur doit être calculée à raison de 1 pouce anglais par tonne, et pour une vitesse de 60 milles à l'heure, c'est-à-dire de manière à présenter une pression effective de 20 liv. angl. par tonne (soit : 9^k 06) sur niveau et pour fournir une vitesse de 60 milles à l'heure (soit : 26^m 9 par seconde).

3° La section du tube propulseur doit être 1/20 de celle de la pompe pneumatique.

4° La vitesse du piston de la pompe à air doit être environ de 240 pieds anglais par minute, soit : 1^m 20 par seconde.

5° Il convient d'employer des machines à vapeur à expansion.

Ces données ont servi de base à l'établissement du système atmosphérique sur les lignes de Londres à Croydon et de Plymouth à Exeter (South Devon), qui se terminent actuellement sous la direction des ingénieurs Cubitt et Brunel.

CHEMIN DE FER DE LONDRES A CROYDON. — Nous allons reproduire ici les principales conditions d'établissement de ces chemins de fer, que nous avons recueillies en Angleterre, et que nous devons à l'obligeance de ces messieurs.

Le profil du chemin représente une longueur de 14,482 mètres, divisés ainsi : sur 1,810 mètres, la rampe est de 1/1320; sur les 4,827 mètres suivants, la rampe est de 1/100; le restant de la ligne est de niveau.

Le tube propulseur a partout un même diamètre intérieur de 15 pouces ou 0^m 38.

Le vide dont on se sert est celui qui est mesuré par une colonne de mercure de 10 pouces anglais; il peut d'ailleurs être porté à 20 pouces.

L'ingénieur compte sur une vitesse de 30 milles à l'heure avec un convoi de 60 tonnes, soit : 13^m 4 par seconde. M. Samuda espère qu'on atteindra une vitesse de 50 milles à l'heure avec un convoi de 50 tonnes, soit : 22^m 3 par seconde.

Les machines seront à balancier, avec le cylindre à vapeur d'un côté et le cylindre pneumatique de l'autre; une bielle, intermédiairement placée, communique un mouvement de rotation à un arbre qui porte un volant.

La vapeur fonctionner a sous une pression de 40 liv. ang. par pouce carré au-dessus de la pression atmosphérique ; soit environ : 2^k 81 par centimètre carré au-dessus de la pression atmosphérique, elle fonctionnera dans le cylindre à pleine pression pendant 1/6 de la course, et se détendra pendant le reste du parcours du piston. Cette détente sera variable entre 1/6 et 1/2.

Les cylindres à vapeur auront	40 pouces. Soit :	1^m 016 de diam.
Les cylindres à air	57 id.	1^m 055
Leur course commune	4 pieds.	1^m 22

Le volant fera 30 tours par minute.

CHEMIN DE FER DE PLYMOUTH A EXETER. — La ligne du South-Devon est à peu près de niveau dans la première portion qui est de 22 milles, et on y emploiera un tube de 13 pouces, soit : 0^m 33 de diamètre. Il ne s'y présente qu'une pente de

1/420, où on emploiera un tube de 22 pouces, soit : 0m557. Les stations sont toutes à environ 3 milles, soit : 4827m de distance. Il y aura une machine à chaque station. L'ingénieur compte obtenir une vitesse de 60 milles à l'heure (soit : 26m par seconde) avec 55 tonnes.

Il y a deux cylindres à vapeur et deux cylindres à air à chaque station.

Il y aura deux systèmes de machines ; dans l'un le mouvement est direct, les pistons à vapeur et à air se trouvant enfilés sur la même tige et les cylindres l'un au-dessus de l'autre. Dans le deuxième système, le cylindre à air et le cylindre à vapeur sont placés l'un verticalement, l'autre horizontalement ; leurs axes sont dans le même plan, et les bielles, oscillant à angle droit, sur la même manivelle, dont le manneton est suffisamment prolongé pour recevoir les deux extrémités. La vapeur fonctionnera sous une pression effective de 12 liv. ang. par pouce quarré (soit : 2k 94) par centimètre quarré. La vapeur introduite à pleine pression, pendant le 1/6 de la course, se détendra pendant les 5/6 restants.

Il y aura deux petites machines de 10 chevaux chacune pour opérer la condensation et l'alimentation, ainsi que le service des gares au moyen de tambours et de cordes.

Les dimensions des grandes machines sont :

Pompes à air............	44 pouces	de diamètre. Soit :	1m 1176
Cylindres à vapeur.......	33 d°	d°	0m 8382
Course commune........	6 pieds	d°	1m 83

22 tours de volant par minute font une vitesse de piston 1m 34 par seconde.

Telles sont les principales données concernant ces deux chemins de fer. Nous aurons fréquemment occasion d'y revenir plus loin, et nous établirons souvent des comparaisons sous divers points de vue avec le chemin de fer de Saint-Germain ; mais il convenait tout d'abord d'exposer les conditions d'établissement de ces deux lignes, dont l'ouverture devait précéder celle du chemin de fer atmosphérique de Nanterre à Saint-Germain.

CHEMIN DE FER DE DALKEY A KINGSTOWN. — Quant à la ligne de Dalkey, elle est déjà suffisamment connue par les rapports de MM. Mallet et Stephenson. Du reste, la machine à vapeur n'ayant pas été spécialement construite pour cet objet, il ne faut pas la considérer comme pouvant servir de modèle à suivre dans la construction d'une ligne atmosphérique.

Mais nous aurons fréquemment occasion de nous servir de diverses expériences qui y ont été faites La vapeur y fonctionnera sous une pression absolue de 5 liv. ang. par pouce quarré, ou 3k 87 par centimètre quarré.

La détente de la vapeur commence 0m 40 de la course.

Le diamètre intérieur du cylindre à vapeur est de.................	0m 87
La course commune aux deux pistons..........................	1m 6775
Le diamètre du cylindre pneumatique est.........................	1m 70
Vitesse des pistons par seconde..................................	1m 23

Le tube propulseur a une longueur de 2787m et un diamètre de 0m 38.

Les données fournies par M. Samuda, et que nous avons rapportées plus haut, nous ont paru peu explicites.

Plusieurs d'entre elles ne s'accordent pas avec les observations faites sur les chemins de fer de la compagnie ; ainsi, en ce qui concerne l'effort de traction, il nous a

paru résulter d'expériences faites avec le plus grand soin entre Paris et Versailles, qu'une vitesse de 60 milles à l'heure exigerait un effort de traction de 26k 21 par tonne sur niveau et non pas seulement 9k 06.

D'ailleurs, la faible expérience acquise à Dalkey ne suffisait pas pour inspirer une entière confiance; il a donc paru nécessaire de chercher à déterminer méthodiquement toutes les inconnues du problème en s'appuyant tour à tour sur des expériences récentes faites avec soin et sur des théories simples et à l'abri de toute objection.

C'est cette marche que nous allons exposer.

TRACÉ ET PROFIL DE CHEMIN ATMOSPHÉRIQUE DE NANTERRE A SAINT-GERMAIN. — La détermination du tracé a été motivée par la configuration du sol et par les dispositions à suivre pour les ouvrages d'art.

Entre Nanterre et le point appelé *embranchement*, où le nouveau tracé s'embranche sur l'ancien, la pente peut être considérée comme nulle. A partir de ce point jusqu'à Saint-Germain, une succession de pentes et de rampes croissantes affectent dans leur ensemble la forme d'une parabole. Voici la succession de ces rampes et pentes avec leurs longueurs et leurs inclinaisons respectives, en partant de l'embranchement et se portant sur Saint-Germain :

Pente de	0m 0019	par mètre	sur une longueur de	733m 30
do	0	do	do	710
Rampe	0m 0014	do	do	76
do	0m 0052	do	do	120
do	0m 0098	do	do	120
do	0m 0014	do	do	78
do	0m 0166	do	do	102
do	0m 0200	do	do	60
do	0m 0235	do	do	120
do	0m 0281	do	do	120
do	0m 0327	do	do	120
do	0m 035	do	do	1020
Niveau, gare d'arrivée, une longueur..........				180

La seule portion du profil sur laquelle il soit nécessaire de donner quelques explications, est celle qui présente la forme d'une parabole, parce qu'elle a été motivée non-seulement par les exigences du terrain, mais aussi parce qu'elle a paru convenable au mode de propulsion qu'il s'agit d'employer, et qu'en cela elle se rattache au système atmosphérique lui-même.

En effet, comme nous le disions, la parabole permet de ne pas trop élever les ponts sur Seine et le viaduc, et de concentrer la pente à l'endroit même où le terrain se redresse le plus; elle satisfait sous ce rapport aux conditions d'économie.

En second lieu, elle présente une rampe de plus en plus croissante au fur et à mesure que le vide à opérer dans le tube devient de plus en plus parfait; en effet, les rentrées d'air inévitables qui s'effectuent le long de la soupape longitudinale diminuent au fur et à mesure que le convoi s'approche des pompes pneumatiques et deviennent presque nulles quand une faible distance l'en sépare; d'un autre côté, la vitesse diminuant l'air dilaté que le piston refoule devant lui, forme un volume de moins en moins considérable à absorber par les pompes. Cette double circonstance fait que la raréfaction de l'air doit devenir de plus en plus parfaite. Il y aura donc

une espèce de compensation entre l'accroissement de l'inclinaison de la rampe et l'accroissement de la pression effective sur le piston propulseur.

On voit donc qu'indépendamment des motifs indiqués plus haut, il y avait lieu d'adopter, non pas une pente uniforme, mais une pente croissante jusqu'à une certaine limite, et c'est à cette dernière condition que satisfaisait également bien la courbe parabolique.

Le tracé du chemin de fer ayant été déterminé ainsi que l'inclinaison des rampes et leurs longueurs, il s'est présenté deux problèmes principaux à résoudre au point de vue de la mécanique.

1° *Détermination de la section à donner au tube propulseur, dans les diverses portions du chemin, pour satisfaire aux conditions de puissance et de vitesse;*

2° *Détermination de la puissance des machines pneumatiques destinées à opérer la raréfaction de l'air, dans les tubes, et des machines à vapeur qui doivent les mettre en mouvement.*

ÉTUDE DU PREMIER PROBLÈME.

DÉTERMINATION DE L'EFFORT DE TRACTION PAR TONNE A DIFFÉRENTES VITESSES. — Pour résoudre la première question, il a fallu déterminer quel était en général, et spécialement sur le chemin de fer de Saint-Germain, l'effort de traction par tonne.

1° A une vitesse assez faible pour que l'on pût regarder la résistance de l'air comme nulle.

2° Aux diverses vitesses, où la résistance de l'air et toutes les causes qui augmentent l'effort de traction quand la vitesse croît, prennent une grande importance.

A cet effet, indépendamment de quelques résultats d'expériences connues sur la vitesse uniforme que prennent les wagons sur les pentes des chemins de fer de la rive gauche, de la rive droite et de Saint-Etienne à Lyon, on a déterminé, au moyen d'un dynamomètre placé entre la locomotive et le convoi, les divers efforts de traction par tonne qui correspondent à diverses vitesses, ayant soin de bien distinguer les cas où il y avait accélération de ceux où le mouvement était uniforme.

FORMULE DE L'EFFORT DE TRACTION. — Pour représenter analytiquement la loi des variations des efforts de traction correspondant à diverses vitesses, on a pris la formule pratique $R=a+bu^2$; elle suppose que la résistance R, où l'effort de traction par tonne se compose de deux quantités, l'une constante a, qui est l'effort de traction par tonne, à une vitesse infiniment petite, et dont l'autre bu^2 représente un effort de traction variant comme le quarré de la vitesse u, et exprime la résistance de l'air et en général toute espèce de résistance croissant comme le quarré de cette vitesse; a et b sont, comme on le voit, des coefficients qu'il a suffi de déterminer au moyen des deux équations fournies par les expériences ci-dessus et particulièrement celles faites sur le chemin de fer de Saint-Germain.

On a pu de cette manière obtenir un nombre suffisant de couples de valeurs de a et b, et celles auxquelles on s'est arrêté représentant une moyenne assez convenable sont :

$$a = 0{,}00421^{\text{tonnes}}, \text{ et } b = 0{,}000317^{\text{tonnes}}.$$

L'unité de poids est la tonne, parce que le poids des convois est le plus souvent

exprimé en cette unité; ainsi P exprimant le nombre de tonnes que pèse un convoi, l'effort de traction E qu'il faudra développer pour lui donner une vitesse uniforme, sera :

$$E = P\ (a + bu^2).$$

ÉVALUATION DU FROTTEMENT DU PISTON PROPULSEUR. — La formule $R = a + bu^2$ étant admise, ainsi que la valeur des coefficients a et b, le premier emploi qu'on en a fait a été la détermination du frottement du piston propulseur. Pour arriver à ce but, on a appliqué la formule précédente aux diverses expériences faites sur le chemin de Dalkey, et on l'a combiné avec les formules connues du mouvement sous l'influence d'une force variable.

$$x = V\ ot + \frac{F}{m}\,\frac{t^2}{2}$$

$V = \frac{F}{m}\,t$; F étant la force de traction connue (au moyen de la hauteur du baromètre) et variable exercée par le piston propulseur, diminuée de la valeur $R = a + b\,V^2$ et du frottement du piston.

Il a fallu tenir compte de ce que dans le parcours du chemin de Dalkey, les pentes sont variables, et que la vitesse, en raison du peu de longueur de la ligne, est presque constamment accélérée de telle sorte que l'effort exercé par le piston peut se décomposer en quatre parties.

Effort total.
- 1° Effort de traction correspondant à une vitesse uniforme sur niveau.
- 2° Effort de traction correspondant à la pente au moment considéré.
- 3° Effort de traction correspondant à l'accélération observée dans le mouvement.
- 4° Effort correspondant aux frottements du piston lui-même, des galets, etc.

Les trois premières quantités peuvent être facilement déterminées, ainsi que l'effort total de traction exercé par l'air contre le piston propulseur, puisque l'on connaît à chaque instant la hauteur du baromètre d'observation.

Rien n'est donc plus aisé que d'obtenir l'effort n° 4 qu'il s'agit de déterminer. Ces calculs ont donné pour ce frottement une série de valeurs; les plus excentriques ont été éliminées, et la moyenne des autres a donné approximativement le nombre de 100 kilog. qui a été adopté pour le diamètre du tube de $0^m\,38$, qui est celui de Dalkey.

Pour déterminer le chiffre analogue pour le piston du tube de $0^m\,63$ de diamètre, que nous verrons être employé plus loin, entre l'embranchement et Saint-Germain, on ne pouvait multiplier le résultat obtenu par le rapport des circonférences des pistons; car le frottement des galets est le même dans les deux pistons; il est peut-être un peu moindre dans le grand, car les galets ayant un diamètre plus considérable, ils effectuent moins de tours par 1″, et leur mouvement de rotation sera plus facile. Ces considérations ont amené à prendre 120 kil. pour l'expression du frottement du grand piston.

DÉTERMINATION DU DIAMÈTRE DES TUBES. — Les points précédents une fois déterminés, il est devenu possible de calculer le diamètre à donner aux tubes propulseurs.

1° En plaine, entre Nanterre et l'embranchement;

2° Sur la rampe, entre l'embranchement et la gare de Saint-Germain.

Il a fallu pour cela prendre pour base du calcul un convoi d'un poids déterminé, et se proposer de le remorquer avec une vitesse donnée. L'étude des tableaux qu'on relève mensuellement sur le mouvement des voyageurs et le poids des convois, ont fait penser que les trains de 55 tonnes représentaient une moyenne assez élevée des jours ordinaires, des dimanches et des jours fériés en été. En effet, ce relevé donne pour l'été :

			tonnes	
Jours de semaine			31	5
Moyenne des dimanches et fêtes			52	1
Septembre...	Mois où la circulation est plus forte.	Jours de semaine	36	8
		Dimanches, etc.	70	8

Comme on le voit déjà d'après ce résumé, il n'y a que les dimanches de septembre dépassant 55 tonnes; mais encore faut-il remarquer que ce poids de 70 tonnes est la somme de tous les voyageurs de la route entre Paris et Saint-Germain, et que beaucoup d'entre eux sont descendus aux stations avant d'arriver à Saint-Germain, de même qu'aussi les tonnes partant de cette ville n'ont toute cette charge qu'aux dernières stations près de Paris. D'après ces considérations, on a jugé suffisant en plaine le tube qui, sous l'influence d'une raréfaction mesurée par 20 pouces de mercure, soit: 0^m503, donnerait à un convoi de 55 tonnes une vitesse de 16^m par seconde.

Or, d'après ce qui précède, on a en plaine pour une vitesse de 16^m par seconde en employant R l'effort de traction par tonnes :

$$R=a+b\,V^2 \text{ ou } R=4{,}21+0{,}0317\times16^2=$$
$$4{,}21+8{,}1152=12^k325.$$

Ainsi chaque tonne exigera une pression contre le piston propulseur de 12^k325.

Donc 55 tonnes exigeront

$$55\times12^k325\times100^k$$

sous le frottement du piston 777^k87.

La pression d'une atmosphère contre un mètre quarré $=10{,}330^k$.

Celle de 20 pouces ou 2/3 d'atmosphère contre un mètre quarré $=6887^k$.

La surface du piston étant x la pression contre le piston devra être $6887\times x$.

Et il faudra qu'on ait

$$6887\times x=777{,}87, \text{ d'où } x=0^{mq}112{,}948.$$

Cette surface correspond à un diamètre de 0^m379. Ce diamètre étant pratiquement égal à celui de Dalkey, on a jugé convenable d'adopter le diamètre de 0^m38, qui permet de propulser un convoi de 55,8 tonnes avec la même vitesse de 16^m par seconde.

Il est, du reste, facile de voir que ce diamètre permettra de remorquer des convois supérieurs à 55 tonnes dans les quelques cas où ils se présenteront, mais seulement avec une vitesse moins grande que 16^m par seconde ; ainsi, veut-on savoir quelle vitesse uniforme prendra un convoi de 70 tonnes ? Il suffira de résoudre l'équation :

$$777,87 = (4,21 \times 0,0317\, V^2)\, 70, \text{ d'où } V^2 = 217, \text{ et } V = 14^m 74.$$

Comme on le voit, c'est une vitesse fort acceptable ; mais là n'est point toute la question, il faut en outre que les convois prennent une accélération assez rapide pour que la période de mise en train ne soit pas d'une trop longue durée.

Diamètre du gros tube. — Un calcul analogue a servi à déterminer le diamètre du gros tube destiné à l'ascension de la rampe qui monte à Saint-Germain. Cette pente n'a pas une inclinaison uniforme, elle affecte sensiblement la figure d'une parabole venant se raccorder avec l'horizontale du côté de Paris, et se terminant par une tangente de 1020^m du côté de Saint-Germain ; cette tangente au dernier élément de la parabole a une inclinaison de $0^m 035$ par mètre.

On a pris, comme inclinaison moyenne générale, celle de $0^m 025$ par mètre ; alors, raisonnant comme précédemment, on a cherché quel était le diamètre du tube capable d'imprimer une vitesse uniforme de 16^m par seconde à un convoi de 55 tonnes sur une pente de $0^m 025$.

On a, comme précédemment, par tonne :

Pour le frottement................................	$4^{kil.}21$
Pour la résistance de l'air..........................	8 1152
Et y ajoutant 1 kil. par $0^m 001$ d'inclinaison, pour la gravité..	25 0000
Il vient pour effort total de traction par heure...........	$37^{kil.}3252$

Et la section du tube sera donnée par l'équation suivante, en prenant 120 kil pour frottement du piston.

$$55 \times 37^k 3 + 120^k = 6887^k \times x.$$
$$\text{d'où } x = 0^{mq} 3151.$$

Ce qui donne pour diamètre correspondant sensiblement $0^m 63$. Les convois plus lourds ne pourraient pas, à beaucoup près, soutenir cette rapidité ; mais il faut considérer qu'il convient que les trains diminuent leur vitesse en approchant de la gare d'arrivée.

Expérience ayant pour but de déterminer le temps nécessaire à l'arrêt d'un convoi au moyen de frein. — Cette expérience a été faite pour montrer le temps qu'il faut à un convoi pour s'arrêter, quand on serre les freins, mais que le moteur continue à opérer la traction du train, comme cela se présente dans le chemin de fer atmosphérique ; dans ce but, un convoi de 5 voitures remorquées par une locomotive suivie de son tender, a été lancée à diverses vitesses sur niveau. Quand la vitesse était reconnue suffisante, à un signal les freins étaient serrés, et le temps et l'espace nécessaire étaient notés avec soin.

Les chiffres adoptés comme représentant la moyenne la plus convenable entre ces faits observés, ont été les suivants :

A une vitesse de 12^m par seconde, l'arrêt a eu lieu en 25″ après un parcours de 180^m.

Dans ces expériences, chaque voiture avait un frein ; le tender en avait un également, mais en avant, comme circonstance défavorable à la promptitude de l'arrêt; la puissance vive de la locomotive n'existant pas dans le système atmosphérique. On peut donc assurer qu'on aura dans la pratique des résultats aussi avantageux. C'est sur ces données adoptées ci-dessus que le temps du trajet de Nanterre à Saint-Germain a été calculé.

Descente du plan incliné. — Le temps nécessaire à la descente du plan incliné est approximativement le même que celui de la remonte ; en effet, la gravité imprime rapidement aux convois une grande vitesse, qu'il faudra maintenir au moyen de freins dans les limites que la prudence assignera.

On peut seulement déterminer à quel degré d'inclinaison, et par suite, à quel point du chemin la gravité ne serait plus capable que de maintenir la vitesse à un taux qu'on jugerait sans danger, tel que 16^m, par exemple. Pour résoudre cette question, on a la formule :

$$R = a + bu^2 = 4,21 + 0,0317 \times 16^2 = 12,325$$

C'est donc indépendamment du frottement du piston à la descente sur une pente de $0^m012325$ que le convoi continuera à marcher avec une vitesse uniforme, soit 13 millimèt., en comprenant le frottement du piston, cette pente commence vers le pont sur la Seine du côté de Paris.

WAGON DIRECTEUR ET PISTON DE PROPULSION.

(PLANCHES 9 ET 10.)

A l'intérieur du tube A, chemine le piston propulseur, lié d'une manière intime avec le wagon directeur, par conséquent l'une de ces deux pièces ne peut se déplacer sans entraîner la seconde et par suite toute la série de voitures assemblées les unes après les autres.

Les fonctions de ces deux organes, qu'on peut considérer jusqu'à un certain point comme remplaçant les locomotives, puisqu'elles servent, comme ces dernières, de guide et d'intermédiaire de la force motrice, sont inséparables. Elles peuvent être à volonté modifiées par les conducteurs selon les besoins généraux du service ou les circonstances imprévues de la locomotion, de manière à pouvoir ralentir ou, au besoin, arrêter complétement la marche des trains.

Ces diverses attributions, tout en compliquant le mécanisme, ont été néanmoins réparties assez habilement pour que toutes les manœuvres fussent faciles et distinctes, et n'entraînassent jamais de confusion.

Nous allons tâcher de les examiner en détails avec l'aide des pl. 9 et 10 sur lesquelles ces deux appareils sont représentés.

La fig. 13, pl. 9, est une coupe verticale et longitudinale de tout l'assemblage du wagon et du piston moteur, faite suivant l'axe du tube de propulsion dans lequel ce dernier est renfermé en partie.

La fig. 14 représente une coupe transversale de ces mêmes pièces faites suivant la ligne 7, 8.

Dans ces deux figures on a supprimé complétement la caisse de la voiture pour n'avoir égard qu'au train et au mécanisme proprement dit.

La fig. 15 est un plan vu en dessus de ce même mécanisme, en supposant que dans une moitié de sa longueur on a enlevé le châssis en bois qui lui sert de couronnement, pour laisser voir les combinaisons inférieures.

La fig. 16 représente la vue extérieure de face du wagon monté sur son chariot.

Et la fig. 17 une vue par bout, également extérieure, à l'exception du tube longitudinal qui est coupé.

Toutes ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/30e de l'exécution.

Du piston propulseur. — A l'avant du convoi et comme pièce d'introduction est placé le piston M, qu'un axe en fer *d'* unit au porte-galets N. Sa construction est fort simple et n'offre rien de particulier, si ce n'est l'application très-heureuse de la soupape, dite de Cornouailles, que nous avons eu l'occasion de citer dans une des livraisons précédentes, en parlant des machines à vapeur horizontales, et que nous retrouverons encore plus loin, car son emploi devient de plus en plus général. Cette soupape se meut librement sur son siége *e'* formé d'une pièce circulaire en bronze à nervures *f'*, s'assemblant sur la douille ou canon creux *g'* qui enveloppe toute la tige du piston. Fondue elle-même avec quatre fortes nervures *h'*, la soupape O peut se manœuvrer de l'intérieur du wagon P (fig. 16 et 17, pl. 10), au moyen des tringles *i'* et *j'*, et laisser entrer une certaine quantité d'air dans la partie purgée du tube, sans exiger de la part du mécanicien une très-grande dépense de force, puisque, comme nous l'avons déjà vu, ce n'est qu'une surface annulaire de peu de largeur qui reçoit la pression de l'air contenue dans la partie opposée du tube.

Le corps du piston est composé de deux disques en bronze Q, sur lesquels est enveloppée une large feuille de tôle *k'*, formant un diamètre plus petit que le tube qu'il ne doit jamais toucher. Immédiatement contre ces deux disques, sont rapportés les deux cuirs emboutis *l'*, qui doivent empêcher les rentrées d'air par le piston et se prêter aux aspérités du tube A, non alésé à l'intérieur. Ces cuirs, convenablement graissés, s'appliquent en même temps, d'un côté, sur l'anneau même du siége *e'*, et de l'autre contre le chapeau *m'*; puis toutes ces différentes pièces, fortement boulonnées et clavetées, ne forment plus qu'un seul assemblage rigide qui constitue le piston primitif employé aux expériences et dans les premiers jours de l'exploitation. Dans la prévision d'un service avec les deux tubes de différents diamètres, on avait projeté l'emploi d'un piston à diamètre variable pour n'être pas dans l'obligation d'en changer durant tout le parcours de Nanterre à Saint-Germain. Ce piston, qui n'a pas été exécuté, reposait sur l'idée d'employer, comme garniture, un cuir soutenu par deux tringles dont l'une, celle inférieure, serait beaucoup plus longue que la première, afin d'em-

brasser une plus grande partie de la surface flexible qui, lors d'un changement de diamètre, s'étendrait à volonté pour suivre toutes les inégalités du tube.

Du porte-galets et de la tige de connexion. — Pour ouvrir graduellement la soupape longitudinale avant le passage de la tige de connexion, on a disposé dans l'intérieur du tube, et tout contre le piston, avec lequel il s'assemble, un châssis ou porte-galets en fer N, garni de cinq disques S et de deux plateaux *n'* qui, de dimensions différentes, servent, les premiers, à soulever la soupape, et les seconds à la décoller pour ménager le frottement des galets. C'est contre l'une des bandes de ce porte-galets que se trouve fixée la tige de connexion T, formée simplement d'une forte lame de tôle solidaire avec la partie du wagon désignée sur le dessin par la lettre U, et que nous appelons *chariot mobile*. On peut remarquer que le piston chemine à une distance assez éloignée de la plaque de connexion, cette distance a été jugée nécessaire pour empêcher les rentrées d'air qui eussent été considérables si l'ouverture de la soupape eût justement eu lieu dans une partie purgée. Il était très-important, pour que les galets S rendissent réellement des services, et pour que le frottement de leurs tourillons n'entraînât pas à une trop grande perte de force, de pouvoir les centrer et les graisser facilement, c'est cette obligation qui a fait adopter la disposition de boîte que nous avons représentée à l'échelle de 1/15ᵉ sur la fig. 12. Il est facile de remarquer, par cette figure, que chaque galet est forgé avec un axe allongé *o'* tournant dans les colliers *p'* et buttant contre des grains d'acier rapportés à chacune de leurs extrémités; l'huile est amenée régulièrement par une mèche de chanvre baignant dans un réservoir supérieur, et le centrage s'effectue directement par des vis de pression agissant sur les grains d'acier. Ce mécanisme n'a d'autre inconvénient que de s'user promptement et de nécessiter par suite des réparations fréquentes.

On voit donc, d'après ce qui précède, que les pièces intérieures du tube sont le piston, la tige de connexion et le porte-galets. Celui-ci reçoit à l'extrémité opposée du piston un rouleau de fonte V, qui est destiné à équilibrer le poids de ce dernier et qui s'ajuste alternativement sur l'un ou l'autre des axes *d' q'*, selon que le piston est destiné à se mouvoir dans un sens ou dans l'autre. Cette disposition, qui est celle qui fut adoptée dans le principe, obligeait de démonter ces pièces tour à tour et de les changer de place à chaque voyage, elle obligeait en outre à une manœuvre particulière du wagon directeur que nous allons examiner, et était dans tous les cas trop incommode et trop longue pour être conservée. On lui a substitué le piston à disques mobiles représenté fig. 18, pl. 10, que nous décrirons après l'examen de la première disposition, pour en faire bien comprendre les changements et les améliorations.

Pour se rendre compte à chaque instant de la pression de l'air dans le tube propulseur, on a appliqué à l'intérieur du wagon P, un manomètre

ordinaire communiquant avec la partie purgée, par les tubes *r'* qui traversent le piston M.

DU WAGON PROPREMENT DIT ET DE SON CHARIOT MOBILE.—Ce wagon, qui est toujours placé à la tête du convoi, est disposé pour recevoir seulement les conducteurs du train, les ingénieurs et les inspecteurs de la ligne ; il est divisé à cet effet en trois compartiments P et Y, dont les deux derniers Y, servant d'emplacement aux mécaniciens, sont munis chacun du manomètre dont nous avons parlé, et celui du milieu P est garni seulement de tables et de banquettes. La partie supérieure Z de ce wagon recouvre les trois compartiments afin de mettre les conducteurs à couvert, et la partie inférieure A' repose sur le châssis horizontal (fig. 13, 14 et 15), comprenant tout le mécanisme. De cette manière la caisse forme une partie distincte, entièrement dégagée des organes moteurs et tout à fait du ressort de la carrosserie. Elle est munie à sa base d'une espèce de garde-corps B' relié avec les quatre colonnettes *s'*, qui supportent la couverture, et garantit ainsi les conducteurs de tout accident ou chute.

Le train du wagon est disposé de manière à pouvoir :

1° Débrayer ou embrayer le piston à volonté ;

2° Modérer la vitesse de ses roues au moyen d'un frein puissant et énergique ;

3° Enfin, manœuvrer le galet de fermeture de la soupape longitudinale.

La première de ces opérations a exigé l'emploi d'un chariot mobile U solidaire avec la tige de connexion T, et à volonté avec le châssis en bois plaqué de tôle C', recevant tous les points d'appui des pièces mouvantes. Ce chariot peut se détacher très-facilement et rester sur la voie pour les besoins particuliers du service, par exemple pour retourner le piston lors de la descente, pour le changer lorsque le tube augmente ou diminue de diamètre, pour remiser le convoi, etc.

Actuellement on ne fait cette opération qu'à la station du Vésinet, où a lieu le changement de mode de propulsion sur la voie ferrée. On est obligé, avons-nous dit, de laisser le piston dans le tube et de remorquer le wagon directeur à l'aide de treuils et de cordes, jusqu'à la tête du convoi montant, puis d'opérer la jonction des voitures qui gravissent alors la pente par l'impulsion de l'air atmosphérique.

Cette manœuvre a lieu d'une manière très-simple, car on n'a qu'à agir sur le levier D' (fig. 13 et 17), qui fait mouvoir à la fois les cames à rainures excentrées *t'*, les axes *u'* qui les portent et les leviers de transmission *v' x'* qui correspondent au second système. Dans ce mouvement, les tiges à crochet *y'* engagées dans les rainures et fixées sur le châssis fixe C', ont décrit à leurs extrémités des arcs de cercle justement égaux à l'épaisseur des longerons du chariot, et l'ont dégagé de tout point de suspension pour lui permettre de rester sur la voie et d'abandonner entièrement le wagon directeur. Ces deux parties du train ne roulant plus sur un même plan horizontal, ont nécessité l'addition d'une voie supplémentaire composée de

rails creux z' (fig. 3 à 6, pl. 9), sur lesquels viennent reposer les petites roues E′ du chariot U, lesquelles, montées sur l'axe y^2, sont disposées de manière à empêcher tout mouvement de lacet, ce qui est indispensable pour l'opération de l'assemblage, qui exige la plus grande précision. Or, cette voie est établie sur un terrain sensiblement plus incliné que la voie ordinaire, afin que, lors d'un nouveau voyage, on puisse, lorsque les deux chariots sont appliqués l'un contre l'autre, faire manœuvrer les cames excentrées t', et remettre les choses dans leur état primitif, c'est-à-dire établir la solidarité entre le piston et le wagon-directeur.

Cette opération devait avoir lieu à l'arrivée à Saint-Germain, avec l'emploi du piston représenté pl. 9, et les choses avaient été disposées dans ce dessein ; mais depuis la substitution de celui représenté fig. 18, pl. 10, elle n'est plus utile qu'à la station du Vésinet, lorsqu'on abandonne la voie atmosphérique pour l'ancien système et réciproquement.

Le nouveau piston est simplement composé d'une tige à fourchette F′ reliée par le boulon a^2, et par les goujons b^2, qui servent d'axes aux disques G′. Cette tige se prolonge pour s'assembler avec le porte-galets et reçoit avec les attaches de la conduite ordinaire r' des manomètres, le levier H′ qui sert à faire basculer les disques ou plateaux autour de leur centre comme charnière, de manière à prendre une position oblique à la descente du wagon, laquelle position permet de ne pas retourner le piston et de ménager cependant les garnitures de cuir qui passent sans toucher et sans se rebrousser.

Cette disposition a permis de simplifier tout l'ensemble qui se compose maintenant de la tige F′, et des deux disques précités G′, formés d'une cuvette en fonte sur les bords de laquelle viennent se poser les garnitures embouties c^2. Un second disque intérieur d^2, formé de l'assemblage de feuilles de tôle, vient s'appliquer sur le côté opposé des cuirs et les serrer fortement par la tige taraudée e^2.

Voyons maintenant à l'aide de quels moyens on est parvenu à produire facilement la position d'obliquité : le levier H′ forme la suite d'une longue tringle qu'on manœuvre de la plate-forme du wagon, et comme son extrémité inférieure porte la tige f^2, boulonnée à une saillie intérieure du premier disque, il s'ensuit que le mouvement imprimé à la première de ces pièces se reproduit sur le premier plateau, et par conséquent sur le deuxième qui s'y trouve relié par la bielle I′. On a eu le soin de tenir la conduite du manomètre un peu longue, afin qu'il n'y ait ni rupture ni allongement lors de l'opération ; cette conduite est d'ailleurs en tissus flexibles, imperméables à l'air et à l'eau, et est assemblée solidement avec les boîtes en bronze g^2.

Revenons au wagon-directeur et examinons la disposition de son quadruple frein. Les sabots J′ de ce dernier agissent à la fois sur la jante des six roues K′ et y déterminent un frottement énorme capable de modérer et d'arrêter même, presque instantanément, la marche de tout le convoi.

Pour rendre leur manœuvre spontanée, on a eu l'idée de commander les sabots deux par deux par des arbres de couche h^2, ayant leurs coussinets i^2 boulonnés sur les longerons j^2 et armés de fortes pièces excentrées L', qui exercent pareillement leur action à la fois sur chaque paire de sabots dont se compose le système de frein. On met ces dernières pièces en mouvement à l'aide d'une combinaison de tringles et de leviers dont on peut bien suivre la marche par la fig. 16, pl. 10. Ainsi, à la portée du conducteur, est placée la poignée k^2 montée sur l'axe vertical M', ayant sa partie inférieure taraudée pour s'engager dans la coulisse à écrou l^2, celle-ci communique par l'équerre N' avec la tringle horizontale m^2 et la branche n^2 commandant les arbres de couche, de sorte qu'en faisant tourner la manivelle on fait mouvoir tout le système et qu'on obtient une pression d'autant plus forte, que les excentriques agissent, en quelque sorte, comme des coins ou des calles sur les sabots J'.

A la queue du wagon est assujétie, au moyen du support o^2 et de la fourchette p^2, la roulette O', qui doit presser constamment sur la surface longitudinale de la fermeture et la faire adhérer de nouveau après que la tige de connexion l'a soulevée et déformée par son passage.

Telles sont les particularités du wagon-directeur que nous venons d'examiner; nous ajouterons, pour terminer, que toutes ses parties sont consolidées par des plates-bandes q^2, en tôle, disposées soit obliquement, soit perpendiculairement à l'axe du chemin, et par le châssis supérieur Q' qui porte les ressorts R' des tampons S'. Les ressorts T' du wagon même, sont disposés à l'extérieur contre les plaques de garde U', et liés d'une part avec les anneaux r^2, de l'autre avec les tirants s^2. Comme dans les wagons à voyageurs, un marche-pied V' règne sur toute la longueur du véhicule, et, comme dans les locomotives, des chasse-pierres t^2 débarrassent la voie des corps étrangers; de longues et fortes tringles X' forgées avec les crochets u^2 et s'agrafant sur le point culminant du châssis doublé C', établissent la liaison entre les voitures et le wagon-directeur, aussi bien à l'un comme à l'autre bout.

TREUILS A AIR ET POMPES PNEUMATIQUES.

(PLANCHE 11.)

La distance qui sépare l'extrémité du tube de propulsion et le débarcadère des voyageurs à Saint-Germain, est assez grande; elle est complétement de niveau et est franchie par le train montant avec toute sa vitesse d'impulsion. A la descente sur Paris, on est dans l'obligation de remorquer le convoi avec des cordes, jusqu'au moment où, ayant atteint le commence-

ment de la pente, on l'abandonne à lui-même en ayant soin de modérer sa trop grande vitesse par des freins puissants.

Cette opération de remorquage s'effectue au moyen de treuils en fonte, dont le mécanisme, placé en contrebas de la voie, est commandé par la puissance atmosphérique agissant dans un cylindre purgé d'air.

La disposition de ces nouveaux treuils est indiquée en coupe horizontale, suivant la ligne brisée 1-2-3-4 (fig. 1), et en coupe verticale suivant la ligne 5-6 (fig. 2).

On voit par ces figures, que la disposition générale de l'appareil consiste en deux cylindres, oscillant autour d'un axe central et transmettant la puissance de leurs pistons à une même manivelle motrice, et par suite à un même treuil vertical, qui marche avec toute la vitesse que lui imprime l'appareil moteur. Dans beaucoup de circonstances, surtout lorsque la charge des trains à remorquer est considérable, on peut enrouler la corde sur un second treuil, recevant du premier une vitesse cinq fois plus faible, de manière à obtenir une force proportionnellement plus grande. Il n'est pas à notre connaissance que cette disposition, qui faisait partie du projet primitif, ait été adoptée dans l'installation à Saint-Germain ; on doit, au contraire, lui substituer une machine de 80 chevaux, marchant sur le même principe et d'après la même disposition.

Des cylindres et de la distribution. — Chaque cylindre A est fondu avec deux tourillons, dont le premier *a*, percé comme un robinet et partagé en deux conduits, sert à l'arrivée et à l'évacuation de l'air, et le second *b*, de centre d'oscillation. Ce dernier reçoit à cet effet une pointe en acier *c*, tournant avec lui sur le grain de la crapaudine *d*, et accomplit son mouvement entre les coussinets *e*, rapportés dans un appendice du bâtis. A chaque extrémité des cylindres s'ajustent les couvercles B, fondus à nervures, avec une longue boîte à étoupes *f*, servant de guides aux tiges des pistons C. On peut remarquer que ces derniers en reçoivent une sur chaque face opposée, ou plutôt que les plateaux sont montés sur la même tige D, engagée dans les deux boîtes *f*, pour obtenir une parfaite régularité de mouvement et pour ne pas tant fatiguer ces dernières. La garniture des pistons s'est faite en cuir et en métal, mais on s'est arrêté à l'emploi des cuirs comme donnant des résultats supérieurs.

La boîte de distribution E, communique par sa partie supérieure avec le tube F, qui lui-même embranché sur le tube d'aspiration des pompes pneumatiques, permet à celles-ci d'aspirer constamment l'air des cylindres A ; observons que ces cylindres étant mobiles, les ouvertures *i i'* de leur tourillon supérieur *a*, sont mises alternativement en communication avec l'air et le vide, et que c'est cette double action qui permet d'obtenir la puissance nécessaire à la manœuvre des treuils, puissance assez faible, du reste, et qui est toujours en rapport avec la perfection du vide qui existe dans le tube F. Ainsi, par exemple, la position qu'occupe le cylindre A' (fig. 1), indique bien que l'air extérieur arrivant par l'embouchure *g* et pénétrant

dans le tourillon *a*, par l'ouverture *i'*, se précipite sur une face du piston et le fait avancer dans un certain sens, en même temps que l'air qui existe sous l'autre face s'échappe par l'orifice *i* et le tube F. La position opposée du cylindre A, montre le piston à la fin de sa course, alors que toute communication est interdite et qu'une nouvelle action va avoir lieu.

DES TREUILS ET DE LEUR COMMANDE. — L'extrémité des deux tiges de piston s'assemble au bouton *h* de la même manivelle G, laquelle est montée à l'extrémité inférieure de l'arbre moteur vertical H, portant avec le tambour du treuil I, le pignon à joues J. Cet arbre moteur est ajusté dans les coussinets *k* des bâtis principaux, qui se composent, ainsi qu'on peut le reconnaître par le dessin, de deux espèces de colonnes coniques K, évidées sur tout leur contour, et du socle ou base L, dans l'intérieur duquel se meuvent les cylindres. Il résulte de cette disposition, que la puissance qui agit sur les deux pistons C, se transmet directement au premier treuil I, marchant alors avec une vitesse de régime qui ne dépasse guère 60 tours par minute. Or, une vitesse aussi grande n'est utilisable qu'autant que le convoi à remorquer est très-léger et composé d'un petit nombre de voitures; mais si le poids de celles-ci devient considérable, on emploie avec avantage le treuil supplémentaire I', indiqué en lignes ponctuées sur la fig. 2, et monté comme le précédent au sommet d'un arbre vertical H', marchant, comme nous allons le voir, avec une vitesse sensiblement moins grande.

On a rapporté dans ce but et exactement entre les deux colonnes K, un arbre intermédiaire M, tournant dans les collets *l* et recevant la grande roue dentée N, engrenant avec le pignon J, puis plus bas la roue O, de même diamètre que celle O' qu'elle commande. Cette dernière roue est fixée sur l'axe du second treuil qu'elle fait tourner constamment avec une vitesse cinq fois moins grande que le premier, soit environ 12 tours par minute.

On a établi plusieurs de ces appareils, soit à double, soit à simple mouvement, dont l'exécution a été confiée à MM. Varrall, Middleton et Elvell, et qui ont fonctionné régulièrement depuis leur installation.

POMPES PNEUMATIQUES. — PL. 11.

La construction des pompes pneumatiques destinées à raréfier l'air du tube propulseur, présente des particularités remarquables qui méritent d'être examinées et que l'on pourra aisément reconnaître par les fig. 3 et 4 de la pl. 11.

La première de ces figures représente une des pompes établie à Nanterre, toute montée, avec ses clapets et coupée suivant l'axe des tubes d'aspiration et de refoulement, ou suivant la ligne 7-8.

La seconde en est le plan, vu en dessus, en supposant qu'on a coupé le canal d'aspiration supérieur pour laisser voir la forme des clapets.

Disposées verticalement, ces pompes sont commandées chacune par une

machine à vapeur de 100 chevaux, que nous examinerons en détails, et se composent d'un grand et fort cylindre en fonte P, d'une seule pièce, alésé au diamètre de 2^m 50, renforcé par des nervures et entouré à l'extérieur d'une chemise en tôle *l*. Celle-ci est destinée à recevoir un courant d'eau froide, afin de rafraîchir constamment le métal qui s'échauffe, comme on sait, par la dilatation de l'air aspiré des tubes. Le corps cylindrique des pompes repose sur un socle de fonte Q, à jours dans plusieurs de ses parties, et fondu avec de larges nervures.

La base inférieure R, qui sert de fond, et le couvercle supérieur S sont munis de deux larges et grands clapets de bronze *m m'*, qui servent pour l'aspiration et l'évacuation de l'air. Les premiers *m*, adaptés à l'origine des tubulures qui se réunissent par un seul conduit au tube atmosphérique, s'ouvrent naturellement de dehors en dedans; des pattes recourbées en fer *n*, sont fixées à ces clapets et portent un contre-poids destiné à leur faire équilibre, afin que leur soulèvement ou leur abaissement s'opère avec une grande facilité; des saillies *o* sont ménagées à ces pattes, pour que dans le mouvement des clapets elles viennent rencontrer des arrêts *p*, qui limitent leur course et les empêchent de s'ouvrir au delà d'un certain degré.

Les clapets *m'*, qui sont diamétralement opposés aux premiers, marchent en sens contraire, c'est-à-dire qu'ils s'ouvrent du dedans au dehors, toujours avec l'aide des contre-poids *f'*. Pour éviter qu'ils retombent avec bruit sur leur siége, les constructeurs ont appliqué à chacun un système de piston *q*, mobile dans un petit cylindre fixe en fonte T, ouvert d'un bout et portant de l'autre un petit robinet *r*, puis une soupape à ressort *t* qui s'ouvre du dehors au dedans (fig. 7). Lorsque le clapet s'ouvre par l'effet de l'air chassé de l'intérieur du grand cylindre à l'extérieur, il repousse le petit piston *q* qui, marchant dans le petit cylindre, tend à comprimer la petite quantité d'air qu'il contient, et qui forme ainsi un matelas élastique d'autant plus puissant qu'il est plus comprimé. Lorsque le clapet se ferme, ce ressort se détend; mais comme son élasticité diminue rapidement, en raison de l'ouverture de la soupape *t*, l'air qui se trouve du côté opposé du piston forme bientôt équilibre et empêche ainsi que le clapet ne descende avec une trop grande rapidité. Cette disposition a été appliquée sur toutes les pompes des divers appareils établis sur le chemin de Saint-Germain.

Le piston U des pompes est composé d'une couronne en fonte *u*, réunie par des nervures au moyeu et couverte de chaque côté par des disques en tôle ou en cuivre *v*. Sa garniture est métallique, formée d'un grand nombre de segments et de coins en fonte *x*, poussés par des ressorts méplats *y* (fig. 3); sa tige V, glissant dans les fortes boîtes *a'* et assemblée à cône dans le moyeu, y est retenue par un fort écrou en fer *z*, engagé dans un filetage carré. Une telle tige, établie entièrement en acier, ne pèse pas moins de 1005 kilog., ce qui fait voir toute l'importance proportionnelle de l'appareil en général et l'énorme puissance dont il peut disposer. Sur les

boîtes d'aspiration Y et le couvercle supérieur S, sont rapportés des bouchons ou trous d'homme *b'*, pour pouvoir effectuer les nettoyages et les réparations de peu d'importance.

On emploie depuis quelque temps avec succès dans plusieurs appareils à air et à vapeur, un piston sans garniture, tel que le fragment que nous avons représenté fig. 8, et qui est simplement formé d'une couronne en fonte *c'*, dans laquelle on a pratiqué des gorges ou rainures circulaires *d'*. L'air qui pourrait entrer par l'espace laissé entre la paroi intérieure du cylindre et celle du piston, ayant un parcours beaucoup plus grand à effectuer que celui du piston, puisqu'il suit tous les contours des rainures, tandis que le piston se meut en ligne droite, il s'ensuit que la perte n'est pas appréciable, proportionnellement au volume d'air ou de vapeur engendré à chaque course. C'est maintenant la disposition adoptée dans un grand nombre de pistons et de stuffing-box de machines soufflantes.

POMPE PNEUMATIQUE DE SAINT-OUEN. — PL. 11.

La pompe pneumatique employée au chemin de fer d'essai de Saint-Ouen, présente aussi des particularités assez remarquables pour que nous ayons cru devoir en donner un aperçu; d'ailleurs le système de tube et de fermeture dont elle entretient le vide, ayant été modifié de la manière la plus heureuse nous sommes bien aise de revenir sur sa construction, qui paraît remplir à beaucoup d'égards le but qu'on s'était proposé.

Cette fermeture, décrite déjà pl. 7 et page 90 de ce volume, se compose maintenant des mêmes lames d'acier *a*, formant ressort, appliquées contre la surface du tube de propulsion A (fig. 9), mais recouvertes d'un cuir *b*, s'élevant beaucoup plus haut que ces dernières. Pour maintenir tout cet ajustement et joindre exactement les deux bandes de cuir, on les a recouvertes sur toute leur longueur de lames d'acier étroites *c*, qui suffisent pour faire adhérer constamment les deux côtés. Cette combinaison, qui est assujétie par les tringles *d* et les boulons à crochet *e*, dispense de l'emploi de graisse ou de liquide et entretient le vide dans le tube pendant un espace de temps qui n'est pas moins de 30 à 40 minutes, ainsi que nous avons pu le constater nous-mêmes aux dernières expériences. Le cuir *b*, dont l'application est si avantageuse, n'est pourtant pas cousu de manière à empêcher toute rentrée d'air; aussi l'inventeur se propose-t-il de coller ensemble les différentes longueurs, pour en faire une lanière continue tout à fait impénétrable à l'air.

La pompe pneumatique est représentée en coupe horizontale, faite suivant la ligne 1-2-3 sur la fig. 5, et la fig. 6 en est la coupe verticale, faite suivant l'axe.

Cette pompe sortant, ainsi que la machine de 40 chevaux qui la commande, des ateliers de M. Cavé, a été construite sur un modèle déjà existant de ce constructeur, de sorte que les dimensions auxquelles on s'est arrêté peuvent être regardées comme provisoires.

Le cylindre A est composé de l'assemblage de fortes feuilles de tôle, garnies à leurs extrémités de larges cornières en fonte B, qui lui servent de brides. Ces dernières s'assemblent ainsi, d'une part, avec les feuilles A, au moyen de rivets *f*, et de l'autre, avec les couvercles ou fonds C C′, au moyen des boulons *g*. Ces couvercles sont percés d'ouvertures assez rapprochées *h h′*, se divisant par moitié en deux séries : l'aspiration et le refoulement. Des cuirs D D′, percés de trous de même diamètre, mais placés de manière à correspondre au plein des couvercles en fonte, sont fixés à leur circonférence extérieure comme à leur diamètre, les uns D, d'aspiration, au-dessous des demi-cercles de ces couvercles, et les autres D′, de refoulement, au-dessus. Ce sont ces cuirs qui forment soupape, soit pour faire sortir l'air contenu dans le corps de pompe, soit pour y faire pénétrer l'air du tube de propulsion.

Une bâche à deux branches E E′, recouvrant chacune une moitié des deux couvercles, s'y boulonnent à demeure, ainsi qu'à l'extrémité du gros tube d'aspiration.

La construction du piston F, n'offre rien de particulier, si ce n'est l'application des garnitures en cuir *i* qui y sont ajoutées et maintenues par les platines *j*. Sa tige H, glissant dans le tube *k*, s'assemble à une manivelle formant l'extrémité de l'arbre moteur de la machine à vapeur. Il résulte de la disposition générale de l'appareil, que lorsque le piston s'élève, l'air contenu dans la pompe s'échappe par les ouvertures des cuirs D, en même temps que l'air contenu dans le tube de propulsion se précipite dans le cylindre A, par le conduit E et le cuir D′. Lorsqu'au contraire il redescend, le refoulement de l'air à l'extérieur s'effectue par le cuir D′ et l'aspiration par celui D.

Ces cuirs, répétons-nous, n'ayant pas leurs ouvertures correspondantes avec celles des couvercles, s'appliquent lorsque l'aspiration a lieu contre ceux-ci et en ferment hermétiquement la communication; mais comme leur dimension totale est un peu plus grande que celle des couvercles, il s'ensuit que lors du refoulement ils se détachent pour ainsi dire de leur paroi, et, se gonflant comme un soufflet, dégagent leurs ouvertures par lesquelles l'air peut s'échapper.

Cette disposition de soupape est très-intéressante, nous avons eu l'occasion d'en citer quelquefois l'application ; combinée avec les pompes de Saint-Ouen, elle remplit parfaitement le but proposé, en même temps qu'elle est d'une simplicité et partant d'une économie remarquables.

MACHINES A VAPEUR

HORIZONTALES,

SERVANT DE MOTEUR AUX POMPES PNEUMATIQUES

DE SAINT-GERMAIN,

CONTRUITES D'APRÈS LE PROJET DE **M. FLACHAT**,

PAR **M. HALLETTE** D'ARRAS.

(PLANCHE 12.)



Les trois appareils ou moteurs fixes destinés à faire mouvoir les pompes pneumatiques du chemin de fer de Saint-Germain, ont été construits par trois établissements différents, ainsi que nous l'avons vu précédemment. Ces appareils, exécutés d'après des plans d'ensemble étudiés par M. Flachat, ingénieur en chef du chemin, sont à peu près établis sur le même modèle; ils ne diffèrent réellement que dans quelques détails d'exécution de peu d'importance. Ils se composent chacun de deux machines accomplées, marchant à moyenne pression, à détente variable, avec une condensation entièrement séparée, c'est-à-dire fonctionnant par une machine spéciale. Ce système de condensation, qui est la conséquence de la disposition des machines, présente l'avantage de pouvoir à volonté obtenir le vide nécessaire, par une accélération indépendante de la vitesse des machines horizontales.

L'appareil qui est représenté sur les figures de la planche 12 est celui qui fonctionne à Saint-Germain; on se rendra aisément compte des autres, lorsqu'on aura étudié celui-ci, puisqu'ils présentent la plus grande analogie.

Il consiste en deux systèmes tout à fait distincts, composés chacun de deux cylindres à vapeur placés horizontalement et réunissant le mouvement de leurs pistons à un même arbre de couche, qui, par un très-fort pignon, le communique à une grande roue droite motrice placée sur le milieu d'un second arbre, à l'extrémité duquel sont les manivelles de commande des pompes pneumatiques. Cette disposition, qui fait naturellement perdre au moteur une fraction de sa force, présente le grand avantage de permettre d'obtenir des pistons les meilleures conditions de vitesse, eu égard au travail qu'ils doivent produire et au milieu dans lequel ils se meuvent.

Pour la distribution de la vapeur dans les cylindres, on a adopté, au lieu de tiroirs, des soupapes analogues à celles qui sont appliquées sur les machines dites *du Cornouailles*, et on a eu le soin, pour faciliter la sortie de la vapeur après qu'elle a produit son action sur les pistons, d'additionner des soupapes d'évacuation plus grandes que les premières, mais disposées de même; celles-ci fonctionnent au moyen d'excentriques ordinaires, les autres par des cames mobiles qui communiquent avec un grand et fort régulateur à boules.

La force à transmettre, suivant une période croissante, nécessitait l'application d'une détente variable ; on s'est servi justement à cet effet de camerons excentriques qui opèrent la distribution, de manière que lorsque la vitesse de la machine augmente, les tringles des soupapes d'introduction se trouvent en contact avec la partie décroissante des cames, et, lorsque le contraire a lieu, ces mêmes tringles sont commandées graduellement par la partie croissante.

Les pompes pneumatiques sont, à peu de chose près, d'une construction analogue aux pompes pneumatiques de Nanterre, que nous avons décrites sur la planche précédente. Nous n'y reviendrons donc que pour en constater les différences et pour indiquer les calculs qui ont servi à leur détermination.

DESCRIPTION DES MACHINES HORIZONTALES,
REPRÉSENTÉES FIG. 1 A 6, PL. 12.

La fig. 1 représente un plan général vu en dessus de l'un des appareils, composé de ses deux machines accouplées, des deux pompes et de leur transmission de mouvement. Les dimensions de notre cadre ne nous ont pas permis d'indiquer toute cette transmission, qu'on reconnaît d'ailleurs suffisamment par l'élévation.

La fig. 2 représente en coupe verticale l'élévation de l'une des machines et des pompes, faite suivant la ligne 1-2.

DE LA DISTRIBUTION ET DE LA DÉTENTE. — On reconnaît par les figures précédentes que chaque cylindre à vapeur A, placé horizontalement pour présenter plus de solidité, est accompagné de quatre boîtes verticales BB′, renfermant quatre soupapes *aa′*, dont deux *a* servant à la distribution, et deux autres plus grandes *a′* à la sortie de la vapeur. Contrairement à ce ce qui se fait habituellement, l'auteur du projet de ces machines a préféré adopter des soupapes d'entrée indépendantes des soupapes d'évacuation, afin de permettre de fermer l'introduction en des points quelconques de la course du piston, et marcher par suite à des détentes variables, en laissant toujours la sortie entièrement ouverte le plus longtemps possible, c'est-à-dire à peu près pendant toute la course du piston.

Ces soupapes, analogues en tous points à celles que nous avons étudiées au commencement de ce volume (1), et sur la construction desquelles nous

(1) Voy. 5e vol. de ce recueil, pl. 1 et pages 7 et 13.

reviendrons en décrivant les machines d'épuisement du Cornouailles, doivent donc nécessairement fonctionner indépendamment les unes des autres; les premières qui s'ouvrent et se ferment alternativement pour permettre à la vapeur d'entrer tantôt à droite et tantôt à gauche du piston C, sont mises en mouvement à l'aide d'engrenages et des manchons à cames *b*; les autres, qui se ferment et s'ouvrent également chacune à leur tour, sont mises en jeu par les excentriques *c*, montés sur les mêmes arbres de couche DD′ et auxquels leurs tiges *d* communiquent par l'arbre *e*. Les excentriques étant invariables font toujours ouvrir successivement leurs soupapes au même degré, et pendant la plus longue partie de la course du piston, ils agissent sur des galets adaptés au sommet des tiges et reposant constamment sur leur circonférence.

La vapeur arrive des générateurs par un large tuyau E, s'embranchant avec la conduite principale F, et se reliant directement à la boîte à soupape G, qui renferme la valve G′, dessinée en détail fig. 5, et que l'on manœuvre à la main par le volant à tige taraudée *f*. De là elle se distribue par les deux branches HH′ dans les boîtes d'admission B, qui renferment les soupapes *a*. Les tiges *g* de ces soupapes sont verticales et attachées à des leviers à fourchettes *i*, montés sur les arbres intermédiaires *j* recevant les leviers à galets *h*, qui, comme nous l'avons dit, reposent sur les manchons à cames *b*. Ceux-ci sont réunis par deux tringles horizontales *n*′ (fig. 6), afin de marcher constamment ensemble, suivant qu'ils sont poussés à droite ou à gauche sur l'axe qui les porte par les fourchettes *k*, que l'on voit montées sur cet axe; ce dernier mis en mouvement lui-même par un arbre de couche inférieur *l*, passant d'une machine à l'autre, et recevant à chacune de ses extrémités les leviers de commande *e*′. Au milieu de celui-ci est un grand secteur denté *m*, avec lequel engrène une vis sans fin *n*, dont l'axe prolongé *t* reçoit d'un bout un croisillon à plusieurs branches *o*, qui permet de le manœuvrer à la main, et de l'autre une roue d'angle *p* qui engrène alternativement avec les pignons dentés *qq*′ ajustés sur l'arbre *r* du modérateur à boules I. Un manchon à douille *s* est placé entre les pignons et relié, par un jeu de tringles et de leviers *i*′ *m*′, aux branches de ce modérateur pour monter ou descendre, suivant que celles-ci s'éloignent ou se rapprochent, et par conséquent pour entraîner les pignons d'angle avec lui.

Il résulte de cette disposition que la roue d'angle *p*, et par suite l'axe *t* de la vis sans fin tourne à droite ou à gauche suivant qu'elle est commandée par l'un ou l'autre des deux pignons, le secteur denté, et avec lui les fourchettes *k*, tendent donc à s'obliquer tantôt d'un côté et tantôt de l'autre, et par conséquent à pousser les manchons à cames *b*, à gauche ou à droite. Or, ces manchons sont construits de telle sorte que leur forme ou contour extérieur n'est pas concentrique à l'axe dans toutes les parties, ils présentent au contraire une saillie qui n'est pas la même sur un point que sur un autre, et qui ne présente pas le même développement; d'où il résulte

que les galets qui reposent sur eux ne sont pas toujours soulevés aussi longtemps dans des moments que dans d'autres.

Ainsi, quand les boules du modérateur s'écartent, ce qui indique un accroissement de vitesse, le manchon à douille monte, entraîne le pignon inférieur et le force à s'embrayer avec la roue d'angle, qui alors fait marcher la vis sans fin, le secteur et les fourches dans le sens convenable pour que les camerons s'avancent vers la droite et que par suite les galets se trouvent sur la saillie la moins prolongée, et par conséquent restent moins longtemps soulevés. Les soupapes dont les tiges sont suspendues aux leviers qui portent ces galets, sont donc elles-mêmes tenues aussi levées moins longtemps, elles se ferment plus tôt : il entre ainsi moins de vapeur dans le cylindre où elle agit alors avec plus d'expansion ou de détente.

L'effet inverse a lieu lorsque les boules se rapprochent.

Remarquons bien que cette marche rectiligne ou ce changement de place des camerons sur leur axe n'influe en aucune manière sur leur rotation, qui dépend toujours de celui-ci, et qui, par conséquent, produit toujours la même action sur les excentriques qui font marcher les soupapes de sortie a'.

Celles-ci sont comme les premières, à double siège, pour avoir l'avantage, d'une part, de ne pas exiger une grande élévation en s'ouvrant, tout en présentant la section suffisante, et d'un autre côté, d'offrir peu de résistance à être soulevées, parce que dès qu'elles commencent à s'ouvrir elles présentent, au-dessus et au-dessous, des surfaces peu différentes, par conséquent, il s'établit presque un équilibre de pression. On n'a donc à soulever que le poids de la soupape augmenté de la faible différence de pression de la vapeur. Un levier de manœuvre u commandant la longue tringle v et le levier à encoche x sert, au besoin, à faire équilibre aux pignons d'angle et à tenir le manchon débrayé, c'est-à-dire au milieu de sa course pour empêcher que les pignons n'agissent et pour marcher, en cas de nécessité, à pleine vapeur.

Les soupapes de sortie ont leurs boîtes B' assises sur les coudes des tuyaux H^2, qui se réunissent en un seul H^3 en se courbant, comme l'indiquent les fig. 2 et 3, afin de communiquer avec un condenseur unique dont la pompe à air est mise en marche par une machine de la force de 24 chevaux environ, placée tout à fait en contrebas des machines motrice et n'ayant avec ces dernières aucune liaison de mouvement.

Communication de mouvement. — Les arbres de couche DD' qui portent les excentriques c et les camerons b, et qui se trouvent placés dans l'axe et sur chaque côté de chaque cylindre A, reçoivent un mouvement de rotation continu par une paire de roues d'angle J J' d'égal diamètre. L'un de ces arbres porte en outre une seconde roue semblable K engrenant avec celle K', et donnant par suite son mouvement à l'axe y, qui reçoit cette dernière, et à la roue z qui le transmet définitivement à l'axe r du modérateur par la dernière roue z'. Cette disposition présente l'avantage de n'avoir

qu'un modérateur pour deux machines, de pouvoir placer celui-ci exactement au milieu de l'espace qui les sépare, et de n'exiger pour exécuter la manœuvre de la distribution, de l'échappement et de la détente, qu'une transmission de mouvement très-simple et d'un effet précis, exactement en rapport avec la vitesse de l'arbre moteur I.

Cet arbre, qui est en fer corroyé, reçoit l'action des deux machines par les manivelles M M′ calées sur ses extrémités et disposées à angle droit par rapport l'une à l'autre. Les boutons *f′* de ces manivelles relient les bielles cylindriques en fer forgé N N′ avec les traverses à glissières O O′, auxquelles sont assemblées les têtes *g′* des tiges de pistons P P′. Un seul volant Q est monté sur le milieu de l'arbre moteur pour régulariser, conjointement avec la position respective des manivelles, sa marche rotative et empêcher de grandes accélérations lorsque le travail à effectuer change subitement. A côté de ce volant est le gros et fort pignon droit denté R, qui engrène avec la puissante roue en fonte S placée sur le second arbre T, qui est destiné à faire manœuvrer les pistons U′ des deux pompes pneumatiques.

A cet effet, aux deux extrémités de cet arbre sont rapportées les deux grandes manivelles U, aux boutons desquelles sont suspendues les fortes bielles V, reliées par leur partie inférieure avec la tête X des tiges verticales V′, qui portent les pistons des pompes. Ceux-ci marchent de cette sorte dans une direction verticale, tandis que les pistons à vapeur marchent suivant des lignes horizontales ; leur vitesse est nécessairement beaucoup plus petite, dans un rapport déterminé par celui qui existe entre le diamètre des engrenages, et que nous avons reconnu être de 1 à 5.

Tout l'appareil est assis sur un fort massif en pierres de taille Z, reliées par de forts boulons, qui le traversent dans toute sa hauteur, avec le fort bâtis de fonte A^2 qui, tout en recevant les coulisseaux C^2 des tiges de piston et les énormes supports D^2 de l'arbre moteur, relient en même temps ceux-ci avec les cylindres à vapeur. De forts châssis en fonte E^2 formant le prolongement des bâtis, reçoivent tout l'effort de l'arbre T, et sont supportés par les hautes colonnes en fonte F^2 reposant sur le sol primitif et sur le même plan que le socle des pompes. Les coulisseaux H^4 des glissières, qui doivent guider la marche rectiligne et verticale des pistons de ces pompes, sont rapportés contre des châssis latéraux G^2 boulonnés sur la face verticale avancée du massif.

Les pompes de Saint-Germain, analogues dans toutes leurs dimensions à celles de Nanterre, que nous avons examinées précédemment, en diffèrent néanmoins par le nombre et l'arrangement de leurs clapets. Ainsi, dans ces derniers, l'aspiration s'effectue bien par deux seuls et mêmes clapets rectangulaires renfermés dans les boîtes Y, mais le refoulement a lieu par quatre grandes soupapes *m′*, s'ouvrant ensemble deux à deux et armées chacune d'un petit cylindre T′, semblables à ceux que nous avons déjà examinés.

Pour compléter cette description, et pour faire comprendre toute l'importance des machines qui y sont traitées, nous donnons le poids détaillé

des principales pièces, avec l'indication des lettres par lesquelles ces pièces sont désignées sur la planche 12, que nous ferons suivre des calculs qui ont servi à la détermination des dimensions de ces machines.

Un piston pneumatique U'.	3,810 kilogr.
Une tige V', pour d°.	580
Un cylindre pneumatique P'.	7,950
Un fond de cylindre d° R'.	8,035
Un couvercle d° d° S'.	3,392
Un clapet *m'* de couvercle de cylindre pneumatique. .	109
Un arbre en fer forgé I avec manivelle et son pignon R.	6,815
Une manivelle et son tourillon *f'*.	1,150
Un arbre D des excentriques.	1,020
Deux gros paliers en fonte D² avec coussinets en cuivre.	3,250
Un cylindre à vapeur A ajusté avec les fonds. . . .	6,849
Un piston à vapeur C avec sa tige P.	760
Une bielle de cylindre à vapeur N.	1,150
d° de cylindre pneumatique V.	1,950
Une grande roue d'engrenage S.	18,600
Un segment de roue d'engrenage S.	1,780
Un volant en fonte ajusté Q.	13,104
Un arbre en fer T avec deux manivelles.	6,238
Une tête de tige X de piston pneumatique.	425
Une enveloppe de cylindre pneumatique *l'*.	1,170
Un bâtis en fonte A².	26,800
Une entretoise E² pour d°.	1,340
Un condenseur avec tuyaux d'injection.	1,150
Une pompe à air.	7,952
Les deux appareils complets pèsent ensemble.	436,745 kilogr.

ÉTUDE DU DEUXIÈME PROBLÈME.

DÉTERMINATION DES POMPES PNEUMATIQUES ET DES MACHINES QUI LES COMMANDENT. — Le diamètre du tube propulseur étant maintenant déterminé, ainsi que le degré de raréfaction sous l'influence duquel on ferait marcher le piston, il a fallu procéder à la solution du deuxième problème.

Cette deuxième question en renferme une foule d'autres que nous allons passer en revue et résoudre successivement.

Les pompes pneumatiques ont deux fonctions à remplir : la première, préparer la raréfaction dans les tubes ; la deuxième, entretenir cette raréfaction pendant la marche du piston, malgré les rentrées d'air, et absorber l'air raréfié qui est refoulé par le piston propulseur à la vitesse des convois.

Il suffit de mettre les pompes en état de fonctionner et de suffire à cette deuxième fonction, qui est celle exigeant le plus de puissance.

Il faut donc que, la raréfaction étant opérée dans le tube au point convenable (20 pouces, par exemple, ou 0m508,) et le piston étant en marche à la vitesse voulue, les pompes pneumatiques soient en état d'aspirer :

1° L'air refoulé par le piston propulseur;

2° L'air rentrant par la soupape longitudinale (fuites variables);

3° L'air rentrant par la circonférence du piston propulseur et des pistons pneumatiques (fuites constantes).

La quantité n° 3 ne présente aucune difficulté dans sa détermination; quant aux deux autres, il n'en est pas ainsi, et il a fallu avoir recours aux expériences faites à Dalkey pour les déterminer.

Le piston fut placé à chacune des deux extrémités du tube propulseur et maintenu en cette position; puis le vide fut fait au degré ordinaire : les abaissements successifs du mercure donnaient la mesure des fuites totales, comprenant les fuites variables, augmentées des fuites constantes, tandis que les abaissements observés dans l'autre expérience ne représentaient que les fuites constantes. La différence donnait donc les fuites variables, et en divisant le chiffre obtenu par la longueur du tube de propulsion, on avait la fuite par mètre courant dans un temps déterminé, et par suite dans une seconde.

Cette expérience, recommencée de diverses manières avec divers degrés de vide, a montré qu'entre les limites ordinaires de la raréfaction dont on se sert, le volume des fuites, ramené à la pression atmosphérique, est sensiblement constant : il est évalué à 0 mètre cube 0002 par seconde et par mètre courant.

Quant aux fuites constantes observées, le chiffre auquel elles se montent dans cette expérience ne peut être pris pour le chiffre réel des fuites constantes dans les conditions ordinaires du travail; car, ainsi que le fait très-bien observer M. Stephenson, le cuir du piston propulseur ne peut s'appliquer aussi exactement contre les parois du tube quand il se meut avec une grande vitesse que lorsqu'il est en repos. Également aussi dans cette expérience, les rentrées d'air qui concernent la pompe ne peuvent s'effectuer par les deux soupapes d'admission, sans que la pompe travaille; elles ont lieu, en outre, par les quatre soupapes de sortie et le stuffing-box de la tige du piston pneumatique; dès lors, il faut avoir recours au calcul appliqué à la marche normale d'un train pour évaluer ces fuites constantes.

Et si, de chacun des nombres trouvés, on retranche la fuite variable qui correspond à la longueur de soupapes comprise entre le piston et la fin du tube propulseur, le reste sera l'expression de la fuite constante par seconde : un grand nombre de moyennes donne le nombre 0 mètre cube 37, qui a été adopté.

Détermination de la puissance aspiratrice des pompes pneumatiques. Rien ne s'oppose maintenant à ce que l'on calcule la puissance d'exhaustion qu'il convient de donner aux pompes pneumatiques, car on connaît les trois volumes énoncés plus haut, dont la somme compose le volume qu'il s'agit d'extraire par seconde, pourvu que la distance qui doit séparer les machines fixes soit déterminée : ce qui arrive généralement par la position des stations. Quoi qu'il en soit, il est évident qu'il n'y a pas grand intérêt à éloigner beaucoup les pompes pneumatiques; en effet, plus la longueur du tube épuisé par la même machine est grande, plus la perte de travail occasionnée par les fuites de la soupape longitudinale est considérable. Celles-ci rendent donc proportionnellement plus long le temps nécessaire à la raréfaction; il en résulte aussi une grande irrégularité dans la marche des trains, car la machine, à peine suffisante au commencement pour absorber ces fuites, devient trop énergique à la fin, quand elles ont disparu. Dans le cas du chemin de fer atmosphérique, leur emplacement était à peu près indiqué par la position des stations intermédiaires.

En effet, l'obligation d'en mettre aux deux extrémités ne laissant douteux que l'emplacement de la machine intermédiaire, la distance totale était trop grande pour s'en passer, et trop petite pour en mettre deux; dès lors Chatou était la seule station où pût être placée la pompe pneumatique intermédiaire.

POMPES DE SAINT-GERMAIN.

Nous ne donnons que les calculs relatifs à la pompe de Saint-Germain; cette dernière section du chemin ayant été seule expérimentée.

Entre Chatou et la gare d'arrivée à Saint-Germain, il y a une distance de 5,307 m; mais à cause du changement de tube, il convient d'examiner l'exhaustion dans chaque section.

1° Volume de l'air refoulé par le petit piston.	$0^m 1134 \times 16 =$	$1^{m.c.} 8144$
Volume dilaté des fuites variables. . . .	$4333 \times 0^m 0002 \times 3 =$	2 5998
Volume dilaté des fuites constantes. . .	$0^m 30 \times 2 \times 3 =$	1 80
		$6^{m.c.} 2142$

ENTRE L'EMBRANCHEMENT ET SAINT-GERMAIN.

2° Volume de l'air refoulé par le gros piston.	$0^m 3117 \times 16 =$	$4^{m.c.} 9872$
Volume de l'air dilaté des fuites variables.	$\frac{3360}{2} \times 0^m 0002 \times 3 =$	1 0080
Volume dilaté des fuites constantes. . .	$2 \times 0^m 37 \times 3 =$	2 2200
		$8^{m.c.} 2152$

Détermination de la puissance des machines a vapeur. — On a vu, par ce qui précède, que le degré de la raréfaction, mesuré par 20 pouces, ne serait guère jamais dépassé; il convenait, du reste, d'établir les calculs d'exhaustion pour un vide déterminé, car le nombre de mètres cubes à extraire par seconde croît avec la raréfaction; mais il n'en est pas ainsi du travail que doivent développer les machines à vapeur, il ne croît pas proportionnellement à la perfection du vide. Avec une raréfaction nulle, le travail théorique, c'est-à-dire indépendant du frottement, serait nul, et il serait encore dans l'hypothèse d'un vide parfait préalablement établi dans les tubes. On voit donc que ce travail doit avoir un maximum qu'il importe de connaître.

Il suffit pour cela de prendre la formule qui donne l'expression générale du travail d'un piston pneumatique; cette formule est en appelant P la pression dans le tube;

V le volume total du cylindre à air;

P' la pression atmosphérique;

V' le volume qu'occupe à la pression P' un volume V pris à la pression P :

$$\text{Travail} = VP \times \frac{2}{3} \log \frac{V'}{V}.$$

Formule qui fait voir, à l'aide des courbes obtenues par M. Stephenson à Dalkey, que, pour obtenir le travail pratique, il faut multiplier le travail théorique par $1^m 23$ (soit 3,788 kilom. par $1^m 23$), ce qui donne 4,659 kilom.

Travail pratique des machines a air dans le cas de divers degrés de raréfaction. — Il faut maintenant que les machines à vapeur produisent théoriquement, par chaque mètre cube d'air raréfié à extraire, ce nombre de kilo-

grammètres multiplié par le coefficient pratique, qui exprime le rapport qui existe entre le travail réel et le travail théorique d'une machine.

Ce coefficient varie nécessairement par chaque machine; pour les machines de Cornouailles, qui ne sont pas dans des conditions meilleures d'un bon emploi de vapeur que ne le sont les machines du chemin atmosphérique, sa valeur varie entre

$$\frac{1}{0,54} \text{ et } \frac{1}{0,78}.$$

Si on prend pour les machines du chemin de fer $\frac{1}{0,60} = 1,66$, le produit 4,659 kilogrammètres par 1,66, sera 7,734 km.

Tel est le nombre de kilogrammètres théoriques qu'il faut produire pour extraire 1 mètre cube.

COMPARAISON AVEC LES CHEMINS DE FER ATMOSPHÉRIQUES ANGLAIS. — Mais au lieu de s'en rapporter uniquement au chiffre donné par cette manière de procéder, on a préféré, pour se mettre au-dessus de toute éventualité ou fausse hypothèse sur l'effet utile des machines, se diriger d'après ce qui a été déjà adopté en pareille circonstance.

CALCUL DU NOMBRE DE KILOGRAMMÈTRES THÉORIQUES EMPLOYÉS DANS LES DIVERS CHEMINS ATMOSPHÉRIQUES ANGLAIS POUR EXTRAIRE UN MÈTRE CUBE D'AIR A 18° DE VIDE. — A cet effet, on a dressé le tableau suivant, dans lequel on a mis en regard les nombres de kilogrammètres théoriques employés à Dalkey, à Croydon et au South Devon, pour extraire 1 mètre cube d'air au degré de raréfaction marqué par 18° correspondant au travail maximum.

Ce calcul a été fait en ayant égard aux circonstances variées de pression de la vapeur, de détente, etc.

A Dalkey,	pour extraire $1^{m.c.}$ d'air à 18° de vide, on emploie		7,287 km. théor.
A Croydon,	d°	d°	8,746
Au South Devon,	d°	d°	10,097

ADOPTION DU NOMBRE DE KILOGRAMMÈTRES THÉORIQUES DESTINÉS A L'ÉPUISEMENT DE 1 MÈTRE CUBE D'AIR SUR LE CHEMIN DE SAINT-GERMAIN. — L'inspection de ces nombres a porté à augmenter le chiffre de 7,734 km. par mètre cube d'air, car il ne peut y avoir aucun inconvénient à avoir un excès de puissance; cela peut même être nécessaire dans le cas d'une augmentation de circulation sur la ligne; tandis qu'il y aurait un grand désavantage dans l'emploi de machines trop faibles qu'on serait fréquemment obligé de faire fonctionner avec une détente réduite, et, par suite, peu économique.

Ces considérations ont fait adopter le nombre 9,920 kilogrammètres théoriques par mètre cube d'air extrait, qui correspond aux dispositions et dimensions suivantes des machines, pour extraire 4 mètres cubes d'air, comme à Nanterre et à Chatou.

DIMENSIONS DES MACHINES RÉSULTANT DU CHIFFRE ADOPTÉ CI-DESSUS. — Deux machines à vapeur couplées faisant mouvoir deux cylindres à air.

Pression dans la chaudière : 6 atmosphères absolues; détente commençant au 1/10 de la course du piston : variable à la main et par le pendule conique; entre 0 et 1/20 de la course du piston : condensation; vitesse des pistons à vapeur : 2^m par seconde; vitesse des pistons pneumatiques : 0^m40 par seconde.

Transmission du mouvement de l'arbre des deux cylindres à vapeur à l'arbre des deux pompes pneumatiques, au moyen d'une roue d'engrenage et d'un pignon.

CYLINDRES A VAPEUR.

Course, 2 Diamètre, 0^m 80	Produisant collectivement 39,680 km. théoriques par seconde, soit 9,920 km. théor. par mètre cube d'air.

CYLINDRES PNEUMATIQUES.

Course, 2^m Diamètre, 2 53	Extrayant 4 mètres cubes d'air par seconde.

Le nombre de kilogrammètres théoriques disponibles pour l'extraction d'un mètre cube est, comme on le voit, fort rapproché du chiffre le plus fort qui ait été adopté à cet égard.

Si d'ailleurs on remarque que les pompes pneumatiques n'auront que la vitesse extrêmement faible de 0^m 40 par seconde, tandis qu'elles en auront une, au South-Devon, de 1^m 33, bien moins avantageuse, à cause de l'échauffement de l'air, de la trépidation et des chocs brusques des clapets, on arrivera à conclure que c'est encore au chemin de Saint-Germain que le rapport du pouvoir moteur au travail résistant est le plus grand.

Le nombre de mètres cubes d'air à extraire par seconde étant double à Saint-Germain de ce qu'il est à Nanterre et à Chatou, on emploiera un équipage double, c'est-à-dire deux paires de pompes pneumatiques, épuisant 8 mètres cubes d'air par seconde, mues par deux machines à vapeur couplées, produisant 79,360 km. théor. par seconde.

Ainsi qu'en Angleterre, de petites machines spéciales (une par chaque couple de cylindres à vapeur) feront marcher :

La pompe à air chargée de la condensation,

Les pompes d'injection et d'alimentation,

Le ventilateur destiné à exciter la combustion dans les fourneaux.

CHAUDIÈRES A VAPEUR

A Tubes et Foyers cylindriques,

DESTINÉES A L'ALIMENTATION DES MACHINES HORIZONTALES DE SAINT-GERMAIN,

Construites par **MM. DEROSNE** et **CAIL.**

(PLANCHE 13.)

L'appareil générateur de la vapeur qui doit alimenter les machines motrices, forme à lui seul un établissement important, surtout à Saint-Germain, où le moteur est double, c'est-à-dire composé, comme nous l'avons vu, de quatre machines de plus de 100 chevaux chacune. On comprend, en effet, que pour produire la vapeur nécessaire à l'alimentation d'une telle puissance, il faut des chaudières de dimensions considérables. Celles-ci sont au nombre de douze, placées parallèlement les unes aux autres, ou plutôt de six doubles, car chaque générateur se compose de deux corps de chaudières de forme cylindrique et présentant à l'extérieur le même aspect. L'un de ces corps est rempli de tubes, et l'autre, contenant le foyer, est garni d'un bouilleur intérieur.

D'après cette disposition, la flamme est utilisée dans tout son parcours, d'abord, en suivant toute la surface intérieure du bouilleur, puis en léchant sa surface extérieure ainsi que celle du corps cylindrique auquel elle communique directement; enfin en passant dans l'intérieur des tubes pour se rendre à la cheminée.

DESCRIPTION DES CHAUDIÈRES A VAPEUR, REPRÉSENTÉES SUR LES FIG. 1 A 8, PL. 13.

Les figures de cette planche font bien comprendre la disposition de ce système et les appareils de sûreté qui y sont appliqués; comme la construction de chaque corps de chaudières est identique deux à deux dans toutes ses parties, nous n'avons représenté qu'une portion de tout l'ensemble, donnant ainsi par extension la composition générale du tout.

La fig. 1re représente une vue extérieure et une coupe verticale faite suivant la ligne 1-2, d'une partie du fourneau, qui se prolonge sur toute

la longueur du bâtiment destiné à le recevoir pour contenir les six chaudières doubles.

La fig. 2 est une coupe verticale perpendiculaire à la première passant par l'axe d'une chaudière tubulaire ou la ligne 3-4 (fig. 3).

La fig. 3 est un plan ou coupe horizontale d'une des six chaudières doubles passant par leur axe et en faisant voir la communication.

Des foyers et du tirage. — On reconnaît par ces figures que, comme nous l'avons dit, chaque générateur se compose de deux corps cylindriques A A′, dont l'un, le premier, contient le gros bouilleur intérieur B, qui forme le foyer et porte la longue grille C, et dont l'autre est rempli de tubes en laiton *a*, de 10 centimètres de diamètre, dans lesquels passent la flamme et la fumée, et qui sont entourés d'eau de toutes parts.

Comme on a cherché à avoir une grande surface de chauffe, afin de produire de la vapeur très-rapidement, on a disposé le fourneau de ces chaudières de manière à faire parcourir à la flamme et à la fumée le chemin le plus utile avant qu'elles atteignissent la cheminée, chemin qu'on peut d'ailleurs interrompre ou régler par le registre *b′* (fig. 2 et 3). Cette disposition présente évidemment l'avantage de permettre d'engendrer de la vapeur avec une grande rapidité, puisqu'on a réellement un faible volume d'eau en contact avec une grande étendue de surface de chauffe. On a de plus, pour activer encore la combustion et ne pas craindre de manquer par un trop faible tirage, cherché à alimenter les foyers par un ventilateur commun qui fonctionne lors de l'approche des trains montants et qui amène l'air qu'il aspire du dehors dans un conduit en tôle E, qui longe le devant de toutes les chaudières.

Une tubulure F est placée sur ce conduit, en face de chaque foyer, et ouverte ou fermée à volonté par un registre en tôle, afin de régler la quantité d'air qu'on veut laisser pénétrer sous la grille, ou même interrompre l'introduction complétement, lorsqu'un système est arrêté et ne doit pas fonctionner. Une porte en fonte, en deux parties *c*, est appliquée sur le bout du bouilleur du premier corps de la chaudière en avant du fourneau, pour permettre d'y introduire le combustible et de le jeter sur toute la longueur de la grille C. Au-dessous de cette porte est un ventail G en tôle, qui ferme le cendrier au-dessus de la tubulure du ventilateur. Il est soutenu par des chaînes à contre-poids *d*, qui passent de chaque côté sur des poulies *e*, afin de permettre de le manœuvrer avec une grande facilité lorsqu'il est nécessaire de nettoyer l'intérieur, d'enlever les escarbilles, etc. Ce ventail est recouvert à son sommet par une tôle *f*, afin de boucher l'ouverture de la tubulure lorsqu'on le fait descendre.

Le bout de chaque corps tubulaire des générateurs est fermé par une porte en tôle H, s'ouvrant de bas en haut à l'aide des gonds *g*, à peu près comme dans les locomotives, et fermée par sept loquets *h*, placés sur tout son contour. Cette porte se soulève par les poignées *i* lorsqu'on a besoin soit de visiter les tubes, soit de les néttoyer, soit d'y faire toute autre réparation.

Sur le devant du fourneau, dont la construction est maintenue par de fortes plaques I, consolidées par les nervures J, sont fixés les robinets de jauge $j j' j^2$ qui permettent de reconnaître avec facilité le niveau d'eau dans chaque chaudière et qui doivent donner, comme on sait, les deux premiers de l'eau et le troisième de la vapeur, et en outre, les tubes de verre *k*, qui servent, sans essai, au même objet.

Des réservoirs de vapeur. — Comme les chaudières que nous décrivons sont destinées à une marche intermittente, il devenait indispensable de pouvoir emmagasiner la vapeur produite, comme raison d'économie d'abord et ensuite pour être toujours prêt à fonctionner à l'arrivée de chaque convoi au Vésinet. A cet effet, chaque corps de chaudière est surmonté d'un dôme très-élevé K, en tôle, servant de réservoir de vapeur et entouré d'une enveloppe L, pour éviter le refroidissement : c'est sur le sommet de chacun de ces dômes que l'on a placé les appareils de sûreté. Ils sont non-seulement mis en communication, de deux en deux, par un tube horizontal M, mais encore tout le système est uni par le long tuyau N, qui est chargé d'amener la vapeur aux machines et qui est muni des soupapes à vis O, dont la fig. 4 donne la construction.

Cette soupape se meut dans la boîte en fonte *l*, formant le prolongement du tube d'admission P, renfermé dans les réservoirs; elle se manœuvre par la manivelle *m* placée à sa partie supérieure et dans laquelle l'extrémité taraudée de la tige *n*, pénètre graduellement à mesure qu'elle s'élève en passant par l'écrou en bronze *o*. De petites colonnettes *p* sont vissées sur le couvercle de la boîte *l*, afin de servir en même temps de guide à la glissière *q* et de support au croisillon *r*, dans lequel est assujéti l'écrou *o*. Quoique le tube N règne sur toute la longueur de douze chaudières, il n'y a néanmoins qu'une soupape à vis par chaque appareil double, de même qu'il n'y a qu'un tuyau d'émission communiquant avec ces soupapes et placé dans le réservoir supérieur des chaudières tubulaires.

De l'alimentation et des appareils de sureté. — Les appareils de sûreté se composent chacun d'un siége en fonte P′ (fig. 5), à deux tubulures, dont une *s* porte la soupape de sûreté proprement dite *t*, chargée d'un levier *u* et d'un contre-poids *v*, et l'autre *s'* se relie à un tuyau Q, qui s'élève au-dessus du bâtiment, pour donner issue à la vapeur qui s'échappe lorsque la soupape s'ouvre, et que, par conséquent, il y a trop de pression dans la chaudière. Un support *x*, rapporté sur le même siége et surmonté d'un cadre divisé *y*, donne passage à la tige d'un flotteur dont la chaîne s'élève jusqu'au-dessus de la poulie *z*, pour porter le contre-poids *a'*. La tige *b'* de ce flotteur est reliée à l'intérieur de la chaudière à deux leviers c' c^2, dont le premier presse contre une petite soupape et la maintient fermée. Dès que le flotteur R descend, le levier abandonne la soupape qui, par suite, s'ouvre de dehors en dedans, et laisse sortir un petit jet de vapeur; celle-ci rencontre à sa sortie le sifflet d'alarme *d'*, qui prévient alors que l'eau manque dans la machine puisque le niveau a baissé.

Les chaudières sont en outre munies de manomètres à air libre, système Richard, semblables à ceux que nous avons décrits (5e vol., pl. 9), et qui indiquent parfaitement la pression de la vapeur qu'elles renferment.

L'eau d'alimentation est envoyée dans les générateurs par les pompes appliquées à l'appareil spécial de condensation, au moyen d'un tube commun S, qui est aussi muni devant chaque chaudière tubulaire de boîtes à soupapes T, semblables à celle représentée en coupe fig. 6, afin de communiquer soit avec un générateur, soit avec un autre. Le chauffeur, placé sur le devant de son fourneau, peut manœuvrer les soupapes e' renfermées dans ces boîtes au moyen de vis de rappel f' suspendues à l'extrémité des leviers g' et portant chacune une manivelle h' (fig. 1, 2, 7 et 8) que l'on fait tourner à la main. Ces vis de rappel traversent l'écrou taraudé i' rapporté avec la plaque de fonte k' contre la paroi extérieure des chaudières et permettent d'alimenter vivement ou lentement, selon les besoins, en desserrant la soupape e' qui, poussée par l'eau du tube longitudinal, se soulève et laisse écouler cette dernière par l'orifice l' qui communique au-dessus des tubes. On a choisi les chaudières tubulaires de préférence aux chaudières à foyer pour établir l'embouchure d'alimentation, afin d'éviter la transition brusque causée par la différence de température, de sorte que l'eau qui arrive dans la chaudière à bouilleur et à foyer, vient toujours de sa voisine et se trouve par suite élevée déjà à un certain degré.

Pour la mise en marche des chaudières, c'est-à-dire pour les remplir lorsqu'elles ont été vidées et nétoyées, on les alimente au moyen d'un tube latéral U placé sur le derrière, et qui communique avec un réservoir commun : ce tube est garni de robinets m', qui permettent la communication avec chacune des chaudières.

Chaque corps de ces dernières contenant son foyer, communique directement avec son voisin, qui contient les tubes, par un tuyau courbé en fonte V, afin qu'en alimentant l'un, le niveau s'établisse immédiatement dans l'autre, de même qu'en vidant le premier, le second se vide également. Ils sont aussi munis tous d'un trou d'homme latéral X fermé par un couvercle de fonte n', comme dans les chaudières ordinaires.

On opère la vidange de ces générateurs par les tuyaux d'évacuation Y, qui, munis chacun d'un robinet p', déversent leurs eaux dans un conduit commun Z, lequel les amène au dehors de l'établissement.

Disposition et assemblage des tubes. — On voit donc que l'on n'a rien négligé pour rendre ce système de générateurs aussi complet que possible, et commode pour le service. Construit d'une manière irréprochable par la maison Derosne et Cail, il avait été primitivement confié à l'étude éclairée de M. Lemaitre, à La Chapelle, et qui le premier avait fait les expériences les plus concluantes en sa faveur, ainsi qu'on peut le constater par le rapport de M. Lamé, de l'Institut, page 77 et suivantes de ce volume.

Nous avons dit précédemment que six des douze chaudières dont se compose l'établissement de Saint-Germain étaient garnies de tubes, à la ma-

nière des locomotives. Ces tubes, disposés exactement comme dans ces derniers appareils, c'est-à-dire placés de deux en deux rangées dans le même axe vertical, sont d'un diamètre beaucoup plus considérable parce que la houille qu'on y brûle au lieu de coke, dégageant une fumée très-épaisse, nécessitait cet agrandissement. Depuis, M. Lemaitre et une grande quantité de constructeurs ont adopté une disposition différente qui consiste à placer les tubes de chaque rangée, superposés les uns aux autres, de manière que chacun des tubes a^2 (fig. 9), d'une même rangée verticale, passe par un axe unique. Cet arrangement offre un grand nombre d'avantages dont les principaux sont de moins affaiblir la plaque qui les assemble, d'empêcher les dépôts de se former aussi promptement, et surtout de laisser un libre passage aux molécules de vapeur, qui passent ainsi entre chaque rangée au lieu de suivre les sinuosités des premières dispositions.

M. Faivre a également proposé des améliorations à la fois simples et importantes dans l'assemblage de ces tuyaux. Ainsi, par exemple, on sait qu'au bout d'un certain temps, il se forme, surtout dans les chaudières marines, une couche de tartre assez épaisse autour du tube de cuivre; cette couche est non-seulement nuisible par les accidents qu'elle peut produire, par le volume de l'eau qu'elle restreint et par la quantité de combustible qu'elle oblige à brûler en plus pour obtenir les mêmes résultats, mais encore, lorsqu'un de ces tubes vient à crever et qu'il s'agit de le remplacer, on éprouve de très-grandes difficultés, le trou par lequel il a été introduit n'étant plus assez grand pour lui livrer passage. M. Faivre, disons-nous, a proposé de faire le bout des tuyaux conique, par conséquent d'un très-large diamètre à leur embouchure, afin que lors d'une réparation, d'un nétoyage ou d'une visite, cette opération pût se faire très-facilement et sans détériorer ni la plaque, ni le tuyau.

Nous aurons occasion de parler plus tard de plusieurs améliorations utiles dans l'assemblage et la fabrication des tuyaux et tubes en général, et pour lesquelles nous nous proposons de consacrer une planche de ce volume.

Nous terminerons cette description par le rapport consciencieux des considérations qui ont conduit à l'adoption du système de chaudières que nous venons d'examiner, et par quelques détails récents sur des résultats observés en Angleterre sur les chemins atmosphériques. Nous laisserons d'abord parler M. Flachat.

SYSTÈME DE CHAUFFERIE.

Nécessité d'un mode particulier de chaufferie. — Le travail intermittent que les machines sont appelées à remplir exige des conditions toutes spéciales dans les appareils de production de vapeur, il a fallu sortir des habitudes ordinaires et imaginer un système de chaudière et de foyer qui pût satisfaire à cette condition de production intermittente de vapeur, sans occasionner une perte notable de combustible. A cet effet, on a cherché à se rapprocher dans la disposi-

tion des chaudières, de ce qui existe dans les locomotives dont la production de vapeur est éminemment sensible et variable à volonté, c'est assez dire que ces chaudières sont à *tirage artificiel et forcé* par le ventilateur et sont *tubulaires*.

Ce sont ces deux conditions qui assureront une production de vapeur rapide et à volonté, car en supprimant le tirage et l'injection d'air au moyen du ventilateur la combustion s'arrêtera bientôt, et par suite la production de vapeur; et si à ce moment on fait fonctionner les pompes d'alimentation, l'eau froide qu'elles injecteront contribuera à abaisser encore la température et par suite la pression, ce qui permettra à la chaudière de rester un temps fort long sans émettre de vapeur par les soupapes de sûreté. Il importait avant de fixer ces dispositions de vérifier jusqu'à quel point elles justifieraient les prévisions théoriques qui viennent d'être exposées, et aussi de savoir le nombre de kilogrammes de vapeur que produisait de cette manière 1 kilogramme de houille.

Confirmation des prévisions précédentes par une expérience faite sur une chaudière analogue. — Dans ce but, une expérience a été faite chez M. Lemaitre, constructeur de chaudières à La Chapelle, sur une chaudière à basse pression d'une puissance de 40 chevaux, tubulaire et à tirage forcé par un ventilateur soufflant.

La vapeur étant arrivée au maximum de pression absolue (1 atmosphère 1/3), on ouvrait le robinet d'émission pendant 10′ environ; alors, on fermait celui-ci, ainsi que le cendrier et le registre de la cheminée, et on injectait l'eau froide. A ce moment, la pression absolue n'était guère que de une atmosphère.

Pendant 3/4 d'heure les choses restaient dans cet état; alors, en chargeant la grille de houille, et par 2 ou 3 minutes de ventilation forcée, on ramenait la combustion, qui revenant extrêmement vive de presque insensible qu'elle était, on arrivait en 5 ou 6 minutes à faire remonter la pression et la production de vapeur au point précédent. Le robinet d'émission étant de nouveau ouvert, tout recommençait comme précédemment; ces expériences, répétées 8 ou 10 fois pendant tout le cours d'une journée, ont permis d'apprécier avec assez d'exactitude la production de vapeur par kilogramme de houille, car, à la fin des expériences, le niveau dans la chaudière étant le même qu'au commencement, par suite de l'alimentation, le poids d'eau vaporisée était donc précisément égal au poids d'eau injectée qui avait été pesée avec soin; la houille brûlée le fut également; on sut donc le rendement de vapeur d'un kilogramme de houille qui fut égal à $5^{kil.}94$ de vapeur. Considérant d'ailleurs que cette chaudière n'était nullement protégée du refroidissement extérieur, assez grand dans la saison où fut faite cette expérience, et que le parcours de la fumée n'était pas très-considérable, on a admis que dans toutes les conditions favorables où se trouveront les chaudières du chemin atmosphérique, on pourrait prendre pour base de production 6 kilogrammes de vapeur pour 1 kilogramme de houille, et très-probablement ce nombre 6 sera un minimum. Comme on le voit, l'expérience précédente justifiait complétement les prévisions par lesquelles on espérait produire la vapeur avec intermittence, et la produire d'une manière économique.

Utilité des petites machines auxiliaires. — La nécessité d'avoir un pouvoir disponible pour ventiler, alimenter et préparer le vide dans les condenseurs, est ce qui a déterminé à avoir pour chaque couple de cylindres à vapeur une petite machine capable de faire mouvoir le ventilateur, les pompes d'injection et d'alimentation, et enfin la pompe à air, qui extrait l'air et l'eau du condenseur des grandes

machines. Elle sera d'environ 28 chevaux théoriques, correspondant à 21 chevaux pratiques.

Il y aura une machine semblable à Nanterre, une à Chatou, et deux à Saint-Germain. La pompe à air et le condenseur ont été calculés pour suffire, à la rigueur, au cas où les machines marcheraient à pleine pression pendant la moitié de la course du piston. La vapeur étant toujours à la pression de 6 atmosphères absolues, les machines représenteraient dans ce cas une puissance environ 3 1/2 fois plus grande.

L'alimentation sera effectuée par 2 pompes qui pourront collectivement injecter dans les chaudières 5 litres d'eau par seconde, c'est-à-dire de quoi leur restituer en 1 minute ce qui aura été dépensé en 7 minutes.

VENTILATION. — La ventilation artificielle sera opérée par un ventilateur soufflant, de 5 mètres de diamètre, 0^{m} 25 entre les joues et faisant un minimum de 520 tours par minute, qu'il sera possible de porter au double par des diamètres gradués de la poulie qui recevra le mouvement d'une courroie. Le ventilateur, à sa vitesse minimum, suffira à injecter $1^{m.c.}$ 50 d'air par minute, qui, à raison de $20^{m.c}$ d'air par kilogramme de houille brûlée, suppose une production de $0^{kil}.6066$ de vapeur, précisément égale à la consommation normale des machines; cette ventilation forcée ne durera que 2 ou 3 minutes pour raviver la combustion, le tirage se continuant ensuite de lui-même par l'influence de la cheminée qui a été calculée pour une combustion de 600 kilogrammes de houille par heure, en supposant une marche continue. La consommation des machines en vapeur n'étant que $0^{kil.}6066$ par seconde, leur consommation en houille sera $0,60667 = 0^{kil.}1011$ par seconde, et par heure $0,1011 \times 3600 = 364$ kilogrammes de houille.

On voit donc que la cheminée calculée pour 600 kilogrammes de houille sera en état de suffire largement à une consommation plus active.

GRILLES ET CHAUDIÈRES; CIRCULATION DE L'AIR CHAUD. — A Saint-Germain la cheminée a été calculée pour la consommation de 1200 kilogrammes de houille.

Il y aura à Nanterre, ainsi qu'à Chatou, 5 grilles de 0^{m} 70 sur 2^{m} chacune, soit 1^{m} 40 de superficie pour chaque grille; chacune d'elles sera disposée dans un carneau intérieur en tôle, ayant 3^{m} de longueur et 1^{m} 10 de diamètre. La flamme, après avoir parcouru ce carneau, vient lécher la chaudière, en passant dans un carneau en forme de croissant qui l'enveloppe inférieurement; elle revient ensuite échauffer, par un carneau semblable au précédent, une deuxième chaudière cylindrique de 3^{m} de longueur et 0,80 de diamètre placée parallèlement à la 1re.

Enfin la fumée et l'air achèvent de se refroidir au point convenable en traversant toute la masse d'eau de cette 2e chaudière par 30 tubes environ de 0^{m} 1 de diamètre et disposés comme ceux d'une locomotive. Au sortir des tubes, la fumée se rend dans un carneau souterrain qui reçoit de la même façon les produits gazeux de la combustion des 5 grilles pour les conduire définitivement dans la cheminée commune dont il a été question plus haut.

L'air chaud ne devra plus y avoir qu'une température de 250 à 300°, la plus convenable pour produire un tirage puissant avec le moindre calorique possible. Les deux corps de chaudières cylindriques correspondant à chaque grille sont estimés représenter $46^{m.q.}$ de surface de chauffe qui, à raison de 18 kilogrammes de vapeur par heure et par mètre quarré, donneront 828 kilogrammes de vapeur par heure. 3 chaudières ou grilles donneront $828 \times 3 = 2484$ kilogrammes de vapeur, quantité un peu inférieure à la consommation normale des machines; en effet, les

grandes machines consommeront par seconde un poids de vapeur égal à $0^{kil.}6066$.

Les petites approximativement	0	0402.
En somme	0	6468.

D'après cela 3 chaudières pourraient paraître un peu faibles, mais comme la consommation de vapeur ne sera que momentanée, tandis que la production durera plus longtemps, il y aura nécessairement accumulation de vapeur, au moment où les machines se mettront en mouvement, et légère diminution dans la pression quand elles s'arrêteront. 3 grilles en fer paraissent donc devoir suffire dans la plupart des cas, et comme il y en aura toujours 2 de plus disponibles à chacune des stations de Chatou et de Nanterre, il est évident qu'on se trouvera au-dessus de toutes les éventualités de travail forcé et de réparations qui pourraient se présenter.

Les machines de Saint-Germain auront une puissance double; on compte sur 6 grilles en feu ordinairement, et 2 disponibles pour la même raison que ci-dessus.

DIRECTION DES FOYERS ET CHAUDIÈRES LORS DE L'EXPLOITATION DU CHEMIN. — Voici maintenant un aperçu de la manière dont se gouverneront les chaudières quand le chemin de fer sera en activité; prenons pour exemple celles de la machine de Chatou.

Supposons qu'un convoi ait passé venant de Saint-Germain, la machine de Chatou venant de fonctionner, la pression dans la chaudière est tombée en dessous de la pression normale, et également aussi par suite de la fermeture des cendriers et des registres de la cheminée; pour diminuer encore la pression, on injecte l'eau nécessaire à l'alimentation au moyen de la petite machine de service; dans cet état, les chaudières peuvent rester un temps fort long sans variation sensible dans la pression. 5 ou 6 minutes avant le passage d'un nouveau train signalé par les cantonniers, ou le télégraphe électrique, le chauffeur charge les grilles et met en jeu le ventilateur, après avoir ouvert le registre de la cheminée; au bout de 3' environ, le feu, presque éteint et complétement sombre, devient vif et brillant; on arrête le ventilateur, et le tirage continue à se produire énergiquement par la cheminée; la pression remonte, en quelques secondes, à son état normal. On met alors en jeu les pompes pneumatiques qui préparent le vide dans les tubes en 3' ou 4', selon le degré de raréfaction qu'exige le convoi de propulsion, puis elles continuent à fonctionner pendant le temps que le train est engagé et jusqu'à son arrivée: le calcul exact du temps exigé pour la raréfaction et la marche des trains ayant été établi plus haut, il est inutile de le répéter ici; lors de l'arrivée du convoi, la pression de la vapeur est diminuée si le chauffeur a eu soin de ne pas recharger ses grilles au dernier moment; il doit fermer le cendrier, le registre de la cheminée, et opérer l'alimentation pour abaisser la température; les choses se retrouvent alors dans le même état qu'au commencement, et la série des manœuvres recommence en suivant le même cercle.

NÉCESSITÉ, D'APRÈS CE QUI PRÉCÈDE, DE L'EMPLOI D'UNE GRANDE DÉTENTE. — Il résulte de ce qui précède que la pression de la vapeur dans les chaudières est essentiellement variable; cette circonstance inhérente à la marche intermittente des machines rend évidente la nécessité qu'il y avait d'employer la vapeur avec une détente aussi étendue que celle de 1/10e; de cette manière, en effet, sous l'influence régulatrice du pendule conique, les machines pourront développer la même puissance, lors même que la pression dans les chaudières serait tombée à 3 ou 4

atmosphères, sans que l'on cessât d'utiliser la vapeur d'une manière fort économique, puisqu'on se servirait encore d'une détente convenable.

DES CHAUDIÈRES DU CHEMIN DE FER ATMOSPHÉRIQUE.

CHAUDIÈRES. — Des expériences faites chez M. Lemaitre-Cavé, il résulte que, en 3960", il a été vaporisé 1,100 kil. d'eau, — soit environ 1,000 kil. en 1 heure; et comme la chaudière avait $44^{mq.}$ de surface de chauffe, cela fait 21 kil. de vapeur par mètre quarrède surface de chauffe.

Nous prendrons 18 kil. de vapeur environ par mètre quarré de surface de chauffe, pour le chemin atmosphérique; et en supposant que chaque chaudière ait 46 mètres quarrés de surface de chauffe:

Elle pourra produire en 1 heure $4 \times 18 = 828$ kil. de vapeur.

Il y aura 5 chaudières pareilles à Nanterre pouvant produire collectivement par heure:

$828 \times 5 = 4140$, soit par seconde $1^k 15$ de vapeur.

En général, 3 chaudières seulement marcheront et la production de vapeur sera réduite alors à $0^k 69$.

Or la consommation des machines à vapeur est de $0^k 6$ }
Et celle de la petite machine à vapeur est . . . . . $0^k 0402$ } Ensemble $0^k 6402$.

Il y aura donc un excès de production égal à $0^k 69 - (0^k 60 + 0^k 0402) = 0^k 03$ environ.

A raison de 6 kil. de vapeur par kilog. de houille la consommation pour 1 heure, correspondante aux 5 chaudières en continuelle activité, serait:

$$\frac{1,15}{6} \times 3,600 = 684.$$

Mais, comme il vaut mieux avoir un tirage trop fort que trop faible, nous calculerons la cheminée pour consommation par heure de 1,100 kil. de houille. Voici quelques chiffres extraits du livre de M. Flachat sur les diverses dimensions concernant les foyers.

« Les cendriers doivent être grands. »

« L'air n'y doit prendre qu'une vitesse de 1^m par seconde. »

DONNÉES PRINCIPALES.	COMBUSTION LENTE. — Cornouailles.	COMBUSTION MODÉRÉE. — Foyer ordinaire.
	déc. quarré.	déc. quarré.
Surface de grille par kil. de houille	3, 96	1, 98
Section moyenne des carneaux de flammes	0, 59	0, 29
Section de la cheminée	0, 38	0, 19
Longueur des carneaux	45^m,50	18^m,20
Combustible brûlé par heure et par cheval	2 k.,37	4 k.,53
Id. brûlé par décimètre quarré de grille	0, 25	0, 50
Id. brûlé par m. q. de surface de chauffe	0, 40	4, 30
Eau évaporée par kil. de houille	11, 80	6, 00

La section des cheminées est de 0 décim. carré 30 à 0 décim. 35 par kilogramme de houille, pour les générateurs. Aux foyers d'Abainville, elle est de 0 décim.

quarré 47 par kilogramme de houille brûlé par heure. Les cheminées ont 18^{m} de hauteur.

Ces sections sont les sections supérieures. La conicité varie intérieurement de 12 à 15$^{m}/_{m}$ par mètre courant, et de 0^{m}025 à 0^{m}045 extérieurement.

DÉTERMINATION DE LA SURFACE DU CENDRIER. — D'après ces données, en comptant 18$^{mc.}$ d'air par 6 kil. de houille et remarquant que 1 kilog. de houille donne 6 kilog. de vapeur, il faudra pour les 1^{k}15 de vapeur (production de 5 chaudières) 0^{k}19 de houille par seconde. Cette quantité de houille de 0^{k}19 par seconde exigera également par seconde 3$^{mc.}$42 d'air, et puisque l'air ne doit pas avoir plus de 1^{m} de vitesse, la section totale sera de 3$^{mq.}$98.

SURFACE DES GRILLES. — En prenant 1$^{déc.q.}$98 pour surface de grille par heure et par kil. de houille, la surface totale des grilles sera pour le maximum de combustion de houille qui est (0^{k}19 × 3^{k}600) où 684 kil. de houille à l'heure,

684 × 1$^{déc.q.}$98 = 1361$^{déc.q.}$ ou 13$^{mq.}$61, soit 2$^{mq.}$72 par chaudière.

On a pris pour chaque grille 2^{m}72 × 0^{m}70 = 1$^{mq.}$40.

SECTION DES CARNEAUX. — En prenant le chiffre de 0$^{déc.q.}$29 par kil. de houille brûlé par heure, il faudra pour les 684 kil. de houille

684 × 0$^{déc.q.}$29 = 200$^{déc.q.}$ ou 2$^{mq.}$

Cette section est la moyenne, elle doit être légèrement augmentée vers le foyer à cause de la ventilation de l'air chaud, et légèrement diminuée vers la cheminée par suite du refroidissement des gaz.

CHEMINÉE. — Calculons la cheminée pour suffire à la combustion de 1,100 kil. de houille.

En supposant qu'on prenne le chiffre de 0$^{déc.q.}$19 par kilog. de houille brûlé à l'heure, la section minima au sommet serait :

0^{m}19 × 1^{m}100 = 219 décimètres quarrés, soit 2$^{mq.}$19 ou 1^{m}67 de diamètre,

et en supposant une conicité intérieure de 12$^{m}/_{m}$ par mètre et une hauteur de 18 mètres, le diamètre inférieur sera 2^{m}216.

La section minima qui sera adoptée est 2$^{mq.}$

Supposons une combustion de 600 kil. de houille à l'heure.

Calculons quelle sera la hauteur de la cheminée. 600 kil. de houille exigeront pour leur combustion, par heure,

$$600 \times 18 = 10800^{mc.} \text{ d'air,}$$

qui, à 250° (température dans la cheminée), deviendront 10,800 × 1,876 = 20,261$^{mc.}$

ce qui donne par seconde $\frac{20,261}{3,600} = 5^{m}63$,

d'où résulte une vitesse de $\frac{5,63}{2^{mq.}} = 2^{m}8$ dans la cheminée.

Le grand carneau qui reçoit la fumée a une section croissante de 0$^{mq.}$40 par grille, c'est-à-dire de 2$^{mq.}$ également pour les cinq grilles.

Les carneaux de chauffe également 0^{m}40 par grille, les tubes au nombre de 26 pour chaque grille et ayant un diamètre de 0^{m}1 présentant une section et demie de celle de la cheminée ; le même volume y prendrait donc une vitesse double.

Mais dans les carneaux de chauffe et les tubes, on peut admettre que l'air sera en moyenne à 550° ; à cette température, il triple de volume au lieu d'augmenter seulement comme dans la cheminée et le grand carneau dans le rapport de 1,876 : 1.

La vitesse dans les carneaux de chauffe sera donc 4m 50
Id. les tubes, sera. 9m 00

Les carneaux de chauffe ont une section en forme de croissant ; on peut admettre que 4 tuyaux de 0m 36 produiraient à peu près le même frottement, l'air circulant avec la même vitesse.

Évaluons les pertes de charges occasionnées par le passage de l'air dans ces diverses conduites.

Le grand carneau a un diamètre moyen de 0m 80
La cheminée est conique, et le diamètre du bas est de 2m 20
Celui du haut est de 1m 60

Dans les carneaux de chauffe la perte de charge sera :

$$\frac{0^m 0088 \times 20^m 25 \times 10}{0^m 36} = 4^m 95 \text{ à } 550°; \text{ ou bien } 4^m 95 \times 0^m 62 = 3^m 10 \text{ à } 250°.$$

Dans les tubes, elle est de :

$$\frac{0^m 0050 \times 81 \times 3}{0^m 10} = 12^m 15 \text{ à } 550°; \ \ldots \text{ ou } \ldots = 7^m 53 \text{ à } 250°.$$

Dans le grand carneau :

$$\frac{0^m 0127 \times 8 \times 25}{0^m 80} = 3^m 18 \text{ à } 550°; \ \ldots \text{ ou } \ldots = 3^m 18.$$

Total. 13m81

Dans la cheminée elle est :

$$\frac{0^m 0427 \times 8 \times x}{2^m 40} = 0^m 0433 \times x.$$

Les équations deviennent alors :
p désignant la somme des pertes de charges provenant des frottements,
P la charge totale hauteur de colonne d'air chaud $= Ha\,(t'-t)$,
$x =$ H la hauteur inconnue.

$$\left.\begin{array}{l} P = Ha\,(t'-t) = x \times 0^m 876. \\ p = 13^m 81 + 0^m 0423 \times x. \\ V^2 = 2g\,(P-p) \text{ ou } 8 = 19^m 62\,(p\,P) \end{array}\right\} \text{ d'où } \left\{\begin{array}{l} (P-p) = \frac{8}{19.62} = 6^m 407. \\ P = 13^m 81 + 0^m 407 + (0^m 0423 \times x.) \\ (x \times 0^m 876) = 14^m 217 + 0^m 0423 \times x. \end{array}\right.$$

$$\text{D'où } x = \frac{14^m 217}{0^m 876 - 0^m 0423} = \frac{14^m 217}{0^m 833} = 17^m 06$$

En supposant la perte de charge due aux grilles égale à celle due aux tubes, il vient :

$$x = 17^m 06 + 8 = 25 \text{ mèt. environ.}$$

Et en faisant les mêmes calculs, 26 et 28 mèt., en supposant une section minima de 1m 50, et 1m pour 600 kilog. de houille.

D'autres expériences, également faites chez M. Lemaitre, mais relatives alors aux chaudières des bateaux de MM. Vachon père et fils de Lyon, ont donné les résultats suivants :

550 kil. de charbon ont suffi pour vaporiser 4,760 lit. d'eau ce qui donne

$$\frac{4{,}760}{550} = 8 \text{ lit. } 65 \text{ par chaque kilogramme.}$$

Ces chiffres sont les résultats de vingt-quatre expériences successives faites avec du charbon du nord, gaillette très-fine (dite belle et bonne).

La cheminée s'élevant seulement de 4m 60 au-dessus du réservoir, et de 6m 80 au-dessus de la grille.

Les résidus, après l'expérience, étaient de 53 kilogr. Soit le 1/10e de la houille employée.

Nous trouvons dans l'*Annuaire des Chemins de fer*, publié par M. Chaix depuis peu, quelques détails intéressants sur l'exploitation du chemin de fer atmosphérique de Saint-Germain.

L'ouverture du chemin de fer atmosphérique a eu lieu le 14 avril dernier, et, depuis ce temps, il a fonctionné avec toute la régularité désirable. On peut dire que l'essai est complet, et qu'il a fait faire un pas immense à la question générale de la construction des chemins de fer.

Le système atmosphérique est établi sur une longueur de 2,500 mètres, depuis la plaine, dans le bois de Vésinet, jusqu'au plateau, dans le parterre de Saint-Germain; une différence de niveau de 51 mètres est rachetée sur une longueur de 1,950 mètres.

En Angleterre, depuis près d'une année, en Irlande, depuis près de trois ans, ce procédé est employé sur des chemins à faibles rampes. Mais jusqu'ici aucune expérience n'avait été faite sur des parties de chemins offrant les difficultés de la section du Vésinet au château.

La vitesse obtenue régulièrement depuis l'ouverture du chemin atmosphérique, varie suivant la pesanteur des convois, de 32 à 70 kilomètres à l'heure, résultat égal à celui obtenu sur les chemins de fer ordinaires. Un wagon chargé d'un poids égal à celui de quarante voyageurs, lancé de la gare de Saint-Germain et abandonné à lui-même, acquiert dans la descente une vitesse maximum de 77 kilomètres à l'heure, qu'il perd peu à peu jusqu'à son arrêt naturel sur la partie horizontale dans le bois de Vésinet.

Un télégraphe électrique correspond avec le bois du Vésinet, et transmet aux machines les signaux pour leur mise en mouvement.

A la rampe de Saint-Germain, le tube a 63 centimètres, et pèse 500 kil. par mètre courant. Il coûte environ 200 fr. par mètre, soit 200,000 fr. par kilomètre.

En France, ces machines et leurs bâtiments, et les dépenses inhérentes au système atmosphérique, indépendamment des terrassements et ouvrages d'arts, peuvent être évalués à 210,000 fr. par kilomètre en pays unis, et à 420,000 fr. par kil. sur les fortes rampes.

Le prix de revient de l'exploitation du chemin de fer atmosphérique entre le Vésinet et Saint-Germain, revient environ, par kilomètre et par train, à 2 fr. 407	Houille, huile, suif, eau............	1 fr. 702
	Mécaniciens, chauffeurs.........	0 540
	Soupape, cuir, piston, graisse.....	0 165

Pour terminer ce sujet, nous croyons devoir reproduire un extrait du Mémoire de M. Baude.

NOTE SUR LE CHEMIN DE FER ATMOSPHÉRIQUE DE SOUTH-DEVON (DEVONSHIRE) EN ANGLETERRE; PAR M. BAUDE, INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES (1).

« Le chemin de fer de South-Devon réunit Exeter à Plymouth; il a 20 lieues de longueur. Des locomotives, empruntées à la compagnie du Great-Western, conduisent encore aujourd'hui d'Exeter à Totness sur une longueur de 10 lieues. Entre Totness et Plymouth, les travaux avancent rapidement, et il èst probable que la seconde partie du South-Devon sera ouverte au public vers le printemps de 1848. Tout le chemin est à une seule voie.

Bien que les machines locomotives circulent provisoirement entre Exeter et Totness, tous les tubes atmosphériques sont posés depuis Exeter à Newton sur 8 lieues de longueur. La machine fixe de la station de Newton n'étant point encore terminée, on ne fait de voyages d'essais par la traction atmosphérique que jusqu'à Teigumouth, station qui précède Newton.

Le tube atmosphérique a 38 centimètres de diamètre entre Exeter et Newton. Dans cette partie, le chemin de fer suit constamment le bord de la mer sur un sol sensiblement de niveau, ou bien rendu tel, soit au moyen de coupures dans la falaise, de petits souterrains, soit en remblayant quelques anses de peu d'étendue. Il est impossible de suivre une route plus pittoresque et plus sauvage; en quelques points, la vague de la mer agitée doit mouiller les impériales des wagons.

Au delà de Newton, le tube atmosphérique a 56 centimètres de diamètre. Un certain nombre de ces tubes jonche déjà le chemin jusqu'à Totness. Sur la distance de 3 lieues 1/4 qui sépare Newton de Totness, des pentes de 1/50 rachètent la hauteur d'un faîte que l'on traverse à Dainton par un très-petit souterrain. Cette section a été ouverte au public à la fin de juillet, et j'ai fait le trajet sur une locomotive à quatre roues couplées qui remorquait le train sur les rampes de 2 centimètres par mètre.

On devait d'abord exploiter tout le chemin de South-Devon par le système atmosphérique; ce projet ne se réalisera qu'autant qu'on trouvera des avantages économiques à ce mode de traction sur la première partie de la ligne. La voie unique de South-Devon est naturellement de grande largeur (*broad gage*), puisqu'elle fait suite au chemin de Londres à Exeter, et qu'elle reçoit son matériel roulant.

Entre Exeter et Totness, il y a quatre stations, savoir : Starcross, Dawlish, Teigumouth, Newton. Il y a une machine fixe à chaque station. Deux machines intermédiaires sont placées entre Exeter et Starcross, c'est-à-dire à Turf et à Countess-Weir. Une autre machine intermédiaire est établie à Summer-House, entre Teigumouth et Newton. On a disposé les machines de telle sorte, que le tube où elles doivent faire isolément le vide n'ait pas plus de 4,827 mètres de longueur.

Les machines fixes sont sorties des ateliers de trois constructeurs : *Bolton* et *Watt*, *Rennie* frères, *Maudslay* et *Field*.

Elles sont à mouvement direct, c'est-à-dire que le nombre de coups de pistons de la pompe à air est le même que celui du piston du cylindre à vapeur. A Saint-Germain, on sait que la vitesse moyenne de l'un est le cinquième de la vitesse de l'autre.

(1) Cette note a été lue dans la séance du 1er septembre à la Société d'encouragement.

Les machines de *Bolton* et *Watt* sont verticales et ont leurs deux pistons attachés à la même tige. La bielle du volant est fixée sur la tige entre les deux cylindres ; elle est dirigée par quatre glissières qui se meuvent sur les quatre colonnes du bâtis. Il y a deux machines par station qui peuvent travailler ensemble ou séparément. Les petites machines de condensation sont à balanciers.

Ce n'est que par l'attache et de la bielle à la manivelle du volant que les machines de *Rennie* diffèrent des précédentes. Cette bielle prend son origine à l'extrémité inférieure de la tige commune qui traverse les deux couvercles du cylindre à vapeur. Ces machines ont l'inconvénient d'occuper un grand espace vertical ; pour le réduire autant que possible, le constructeur n'a laissé que la place nécessaire aux stuffing-boxs entre les deux cylindres, de telle sorte que la chaleur naturelle développée par la compression de l'air est encore augmentée par le voisinage du cylindre à vapeur. On épuise ainsi des volumes d'air dilaté par la chaleur : c'est un inconvénient. Dans les grands cylindres à vapeur de *Rennie*, la condensation s'opère au moyen de petites machines à cylindres oscillants.

Enfin, les machines de *Maudslay* et *Field* sont toutes à cylindres oscillants ; les tiges des cylindre et pompe à air viennent se réunir sur le même bouton sous un angle assez aigu.

Les machines fixes du South-Devon, entre Exeter et Plymouth, ont les dimensions qui suivent :

Diamètre des cylindres à vapeur.	32 pouces	$= 0^{m},81$
Id. des pompes à air.	51 *Id.*	$= 1^{m},41$
Course du piston.	6 pieds	$= 1^{m},81$
Pression habituelle dans les chaudières. . . .	40 livres	$= 18^{k}\ 16$

par pouce, ou 2 kilog. 81 par centimètre carré.

La détente varie, ou, pour mieux dire, la vapeur est coupée depuis la moitié jusqu'au cinquième de la course du piston. Quand les machines sont réglées, les volants font, en général, vingt-quatre tours à la minute.

Supposons que l'émission de la vapeur soit, en général, interceptée au tiers de la course du piston, il sera facile de connaître la quantité de travail de l'une de ces machines.

Le travail théorique du cylindre à vapeur, par coup de piston, sera exprimé par

$$10{,}000 \times 0^{m.c.},344\ (1 + 1{,}1087) \times 2 \text{ kilog. } 81 = 20{,}384 \text{ k.m.}$$

dont à déduire le travail du condensateur où nous supposerons la pression réduite au moins à un quart d'atmosphère

$$10{,}340 \times 1^{m.c.},034 \times 0{,}25 = 2{,}672$$

Différence 17,712 k.m.

Et pour deux cylindres 35,424

On veut pouvoir maintenir un vide correspondant à 20 pouces ou 51 centimètres de hauteur du manomètre, c'est-à-dire disposer d'une pression de deux tiers d'atmosphère pour presser le piston propulseur. Dans cette hypothèse, le travail de la pompe à air sera exprimé par

$$10{,}340 \times \frac{1^{m.c.},1814}{3} \times 1{,}108 = 6{,}920 \text{ km.}$$

et pour deux $= 13{,}840$

On voit par là qu'on a dû supposer que le travail théorique de la pompe à air était à celui du cylindre à vapeur dans le rapport de

$$\frac{13{,}840}{35{,}424} = 0{,}39.$$

Au chemin de fer atmosphérique de Dalkey, le rapport était de 0,49.

Dans une expérience faite à l'une des machines de Saint-Germain, on a trouvé que le travail donné par un diagramme représentait le travail théorique de la pompe à air avec une réduction du dixième. D'après cela, la force effective d'une machine double de l'une des stations du South-Devon serait égale à

$$\frac{13{,}840 \times 2 \times 24}{60 \times 75} \times 90 = 132 \text{ chevaux}.$$

Calculée d'une manière analogue, la force de la machine à double effet de Dalkey était de 117 chevaux.

On nous pardonnera d'entrer dans ces détails ; ils étaient nécessaires pour apprécier exactement ce que nous entendons par force de cheval quand nous employons cette expression pour les machines intermittentes du système atmosphérique.

On a fait beaucoup d'essais au South-Devon sur les soupapes de sortie d'air des pompes. En général, on emploie des soupapes à siége avec guide terminé par un piston qui refoule de l'air dans un petit cylindre. Les soupapes qui nous ont paru fonctionner le mieux se composent d'une suite de petites languettes d'acier fixées par un de leurs bouts et fermant les trous qui leur correspondent ; elles se soulèvent, en décrivant un arc de cercle, pour donner passage à l'air, lorsque le piston lui a fait atteindre la pression atmosphérique. A la vérité, ces soupapes n'étaient posées que depuis quelques jours lorsque nous les avons vues : il faut savoir si l'élasticité de l'acier, en s'altérant, ne leur fera pas perdre la propriété précieuse de se soulever et de s'abaisser sans battements.

La soupape longitudinale du tube du South-Devon est celle de *Samuda*. Dans plusieurs expériences sur les rentrées d'air dans le tube, nous avons trouvé un abaissement manométrique de 2 pouces anglais (5 centimètres) par minute ; cela correspond, pour une section de tube de 1,134 centimètres carrés, à une rentrée d'air de 0 lit. 147 par seconde et par mètre courant de soupape.

Nous avons dit que le tube atmosphérique était interrompu à chaque station de voyageurs. Dans cet intervalle, il y a toujours deux voies pour que des trains puissent se croiser.

Un changement de voie place nécessairement un rail sur le chemin du piston, à sa sortie du tube. Pour éviter le déplacement de cette portion de rail, comme on le faisait au Croydon, on a fixé le piston à la tige au moyen d'une charnière qui lui permet de se relever légèrement. Aux abords du rail, on pose des planches concaves sur lesquelles glisse le piston. Ces planches sont graissées et rachètent, par une légère inclinaison, la saillie du rail que l'on doit traverser.

Les soupapes dites d'équilibre, qui ferment le tube à ses extrémités, se manœuvrent de la même manière, à l'entrée comme à la sortie. Décrivons ce qui se passe pour la sortie ou pour l'entrée dans un tube, d'un côté d'une station seulement, attendu que les mêmes mouvements se reproduiront de l'autre côté sur des appareils semblables.

Le train arrivant à la station, le mentonnet de la roue du wagon directeur déplace le contre-rail mobile qui tourne horizontalement sur un pivot.

Il en résulte que l'extrémité mobile entraîne le tiroir, qui découvre une lumière par laquelle l'air s'introduit dans un petit tube où le vide est fait par la machine. C'est d'ailleurs un tube fermé sur lequel se branche le tuyau d'aspiration.

Le piston est alors poussé par la pression atmosphérique, et la tige abat le levier vertical, qui, monté sur l'axe prolongé de la soupape d'équilibre, la fait tourner dans le sens du mouvement du train. Cette soupape se couche dans sa boîte et ne met plus obstacle au passage du piston. Toutefois, l'action du contre-rail ne se borne pas à ce que nous venons de décrire.

En se retirant, l'extrémité mobile déclenche un contre-poids qui ferme alors une soupape placée à l'entrée du tube d'aspiration; dès lors le tube propulseur, que va quitter le piston, est isolé de la machine. Si celle-ci continue à fonctionner, elle préparera le vide dans le tube où le piston va entrer : dans cet exemple, ce sera entre Dawlish et Teigumouth.

Lorsque le train va en sens contraire, comme de Dawlish à Starcross, et que le piston doit entrer dans le tube, voici ce qui se passe :

Il faut d'abord mettre en mouvement le train, arrêté à la station, de telle sorte que le piston du wagon directeur soit soumis à l'influence de la pression atmosphérique dans le tube. A cet effet, on a placé, à côté de la voie, un tube de longueur au moins égale à celle qui sépare le centre de la station de l'entrée du tube. Un piston est placé à l'origine du tuyau, et il porte une corde à l'aide de laquelle le train peut être remorqué. En opérant le vide par l'autre extrémité, le train est amené vers le tube propulseur. Les tuyaux remplacent les pente et contre-pentes qui existaient aux stations de Croydon, lorsque ce chemin était exploité par le système atmosphérique; ils font l'office des cabestans que l'on remarque à la station de Saint-Germain.

Il ne faut pas oublier que le tiroir a été replacé sur les ouvertures de sa table par la main d'un cantonnier; dès lors, sous ce tiroir, les tubes sont en communication et soumis à l'action de la machine qui fait le vide; le levier est vertical, et le piston est au milieu de son cylindre.

Or le train, qui avance lentement, écarte avec le mentonnet de la roue du wagon directeur le contre-rail; en se déplaçant, il entraîne le tiroir qui découvre une lumière par laquelle l'air s'introduit sur la face opposée du piston. Son action est de renverser la soupape d'équilibre dans le sens du mouvement au wagon directeur.

A l'instant où le train atteint le contre-rail, le contre-poids est déclenché, la soupape se ferme, et toute communication de la machine de Dawlish avec le tube est interceptée; celui-ci n'est plus alors soumis qu'à l'action de la machine de Starcross.

On voit donc que la même soupape sert à l'entrée aussi bien qu'à la sortie du tube; que cette soupape s'abat toujours dans la direction du mouvement du train; que manœuvrée de la même manière, elle peut servir à diviser un même tube, comme cela a lieu, en effet, entre Exeter et Starcross.

Dans quelques voyages que M. *Samuda* a bien voulu me faire faire entre Exeter et Teigumouth, on a atteint la vitesse de 24 lieues à l'heure. Les vitesses sont d'ailleurs très-inégales et soumises à des intermittences qui s'expliquent par la nature même des appareils employés à produire la traction atmosphérique. »

FABRICATION DES MACHINES LOCOMOTIVES.

ÉTABLISSEMENT DE MM. DEROSNE ET CAIL.

M. HOUEL, Ingénieur.

Il y a dix ans à peine, aucun mécanicien français n'avait eu l'occasion de construire une machine locomotive, et aujourd'hui, on peut en compter dix à douze principaux, qui, pour la plupart, ne craignent nullement la concurrence anglaise, à égalité de conditions. Parmi ces constructeurs, nous nous plaisons à citer MM. Derosne et Cail, qui, montés d'abord pour établir des appareils de sucrerie et de distillerie (1), se sont, dans ces derniers temps, décidés à entreprendre l'exécution des locomotives et des machines à vapeur de grande puissance.

En janvier 1845, ils signèrent le premier marché pour une commande de locomotives destinées au chemin de fer du Nord. Jusqu'alors leur établissement n'était outillé que pour leur construction spéciale d'appareils à sucre; mais ils n'avaient ni l'emplacement, ni les outils nécessaires pour la fabrication des nouvelles et grandes machines qu'ils devaient exécuter bientôt, et cependant ils s'étaient engagés à livrer au mois de juillet suivant, la première locomotive faite par eux.

Dans les six premiers mois de 1845, ils surent organiser d'une part, à Chaillot, un atelier d'outillage et un atelier de montage sur une vaste échelle, et de l'autre, à Grenelle et à Denain, des ateliers de forge, de fonderie et de chaudronnerie, qui les mettaient à même de faire face à toutes leurs commandes Et malgré l'étude de tous les plans nécessaires à cette grande organisation, malgré la formation complète d'un personnel nombreux, ils devançaient de près d'un mois l'époque de leur première livraison.

Lorsqu'on visite aujourd'hui avec quelques détails ces divers et vastes ateliers, cette foule de machines-outils qui toutes travaillent, et ont un service spécial; lorsqu'on cherche à se rendre compte des projets qu'il a fallu étudier pour la disposition et l'agencement de tous ces outils, on est vraiment étonné de l'activité qu'il a fallu déployer pour les exécuter en un temps aussi court, et pour satisfaire en même temps aux exigences des époques fixées pour les livraisons, qui se succédèrent rapidement, puisqu'à partir du mois de juin 1846 jusqu'à ce jour, c'est-à-dire en moins de dix-huit mois, la maison a livré plus de cent vingt locomotives.

On voit qu'à ce compte, c'est près de sept locomotives par mois, et aujourd'hui cet établissement est en mesure d'en faire le double, ou environ quatre par semaine, soit cent quatre-vingt-dix à deux cents par annee, c'est-à-dire un tiers à moitié plus que dans les plus grands établissements anglais. Cela prouve une fois de plus ce que nous avons avancé plusieurs fois, qu'on peut faire en France, dans la mécanique, tout autant qu'en Angleterre; et, par conséquent, on peut répondre victorieusement à tous ceux qui prétendent toujours que nous sommes en retard sur nos voisins d'outre-mer, qu'ils n'ont qu'à visiter nos établissements de construction. C'est qu'en effet, il est, à notre connaissance, arrivé bien des fois que ceux-là même qui se plaisent à critiquer, à trouver nos constructeurs inférieurs aux constructeurs anglais, n'ont pas vu nos usines, nos ateliers, nos moyens d'exécution, et n'ont fait que visiter les fabriques de la Grande-Bretagne.

Or, que l'on veuille se donner la peine de comparer, par exemple, les chaudières

(1) *Voyez* leurs appareils publiés avec détails dans le tome 4e de ce Recueil.

construites, soit chez MM. Derosne et Cail, soit chez M. Lemaitre, soit chez M. Durenne, avec toutes celles qui viennent d'Angleterre, on reconnaîtra que non-seulement elles ne le cèdent en rien sous le rapport de la bonne confection, mais encore qu'elles leur sont parfois supérieures, et que, si on fait abstraction du plus haut prix de la matière première, elles sont faites avec autant, si ce n'est plus, d'économie. Au reste, les ingénieurs anglais qui sont venus en France ont pu s'en convaincre par eux-mêmes, et plusieurs d'entre eux ont eu la bonne foi de le déclarer. Il en est de même des machines locomotives et de beaucoup d'autres appareils; aussi nous ne croyons pas qu'on ose aujourd'hui, malgré le peu de nationalité que l'on rencontre trop souvent chez nous, préférer sous le rapport de la construction, les machines exécutées en Angleterre ou en Ecosse, à celles qui sortent des ateliers de nos principaux constructeurs.

L'outillage des ateliers de MM. Derosne et Cail est extrêmement remarquable. Il dépasse dans son genre, bien certainement, tout ce que nous avons pu voir soit en Belgique, soit dans la Grande-Bretagne; et ce que l'on ne peut cesser d'admirer, c'est le bon ordre, la bonne organisation qui règnent dans les ateliers, dans le service, dans tous les travaux en général.

Mais il faut dire aussi qu'à la tête de cette grande maison, MM. Derosne et Cail ont placé un ingénieur plein d'ardeur et de volonté, M. Houel, sorti des Écoles royales d'arts et métiers, et qui, après s'être formé dans l'établissement, a grandi avec lui, et montré bientôt par son courage, par son intelligence et par son dévouement, ce qu'un homme de cœur et de tête est capable de faire en peu de temps, avec les simples moyens matériels qu'il peut avoir à sa disposition.

Nous devons le déclarer, c'est avec bonheur que nous trouvons l'occasion de parler d'un ancien camarade d'école, qui a montré une énergie et une capacité vraiment rares, et que nous ne pouvons qu'admirer et citer comme modèle. Avec une abnégation qui dépasse réellement toute expression, il s'est dévoué corps et âme, pour la réussite d'une si vaste entreprise, le jour, par son activité, en faisant exécuter, et la nuit, par ses veilles, en étudiant les projets.

M. Houel a compris, plus que personne, que pour parvenir à faire bien et vite, en construction de machines, il fallait non-seulement étudier avec soin les dessins d'ensemble, mais encore exécuter tous les tracés de détails. Aussi, aucun organe, aucune pièce, quelque simple qu'elle soit, n'est donnée aux contre-maîtres des modeleurs, des forgerons ou des ajusteurs, qu'après avoir été dessinée sous toutes ses faces, avec les indications et les notes nécessaires pour que son exécution soit tout ce qu'elle doit être, sans tâtonnement, sans erreur; et comme il tient avant tout à ce qu'on se rende parfaitement compte de toutes les parties, même les plus simples, un seul tracé ne sort jamais de l'atelier de dessins sans qu'il l'ait examiné, et sans qu'il en ait discuté tous les éléments.

Il a su, à cet effet, former un personnel de dessinateurs qui le comprennent et le secondent activement; ce sont, pour la plupart, des anciens élèves des écoles d'arts et métiers, qui travaillent aussi avec zèle et intelligence.

OBSERVATIONS SUR LES DEMANDES
DE BREVETS D'INVENTION.

Nous avons donné, au commencement du quatrième volume de ce Recueil, le texte complet de la loi du 5 juillet 1844 sur les brevets d'invention, loi qui a été mise en vigueur le 9 octobre suivant. Nous croyons être agréable à nos lecteurs en leur annonçant que nous nous proposons de leur communiquer à ce sujet, de temps à autre, des notes, des documents précis, qui pourront, dans certains cas, les éclairer sur leurs propres intérêts. Pour commencer, nous allons d'abord les entretenir d'une question qui ne paraît pas avoir été suffisamment examinée, et qui, pourtant, a de l'importance.

On sait que, d'après l'art. 5 (titre II) de cette loi, quiconque veut prendre un brevet d'invention doit déposer avec sa demande, au ministère de l'agriculture et du commerce, une *description* de la découverte, invention ou application faisant l'objet du brevet, et les *dessins* ou *échantillons* qui seraient nécessaires pour l'intelligence de la description. Et suivant l'art. 6, les dessins doivent être tracés à l'encre, d'après une échelle métrique. Un *duplicata* de la description et des dessins est joint à la demande.

Plusieurs inventeurs, se basant sur cette faculté de joindre à leur mémoire descriptif des échantillons, au lieu de dessins, ont cru devoir lui donner plus d'extension, en accompagnant leur description de modèles en relief, pour éviter des tracés sur papier, se reposant sans doute sur l'ancienne loi de 1791, qui accordait à l'inventeur le choix de déposer un modèle ou un plan; et ils se croient alors suffisamment en règle, dès qu'ils ont reçu leur titre. Ils ne remarquent pas que le *duplicata* du mémoire leur est retourné par le ministère, mais que les modèles ou échantillons restent dans les bureaux; de sorte qu'ils ne possèdent véritablement que la description, signée, paraphée, et portant le cachet du ministère. Il en résulte cet inconvénient, que le breveté n'est pas suffisamment en règle; son privilége n'est pas complet, surtout si le modèle est indispensable pour l'intelligence du texte, et alors, en cas de contrefaçon, il peut difficilement défendre ses droits.

En effet, le contrefacteur poursuivi, et qui a toujours intérêt à prouver que le brevet n'est pas valable, oblige nécessairement le titulaire à présenter à l'appui de ses réclamations des pièces exactes et complètes. Or, si celui-ci ne peut fournir que sa description, et qu'il soit jugé utile, pour bien comprendre l'invention, d'avoir le plan ou le modèle, il se trouve évidemment dans une position embarrassante; car non-seulement le ministère ne peut se dessaisir de l'objet qui lui a été envoyé avec la demande du brevet, mais encore il ne peut certifier la validité de cet objet, lors même qu'il aurait été remis en double expédition.

Comme ce cas s'est déjà présenté, nous croyons qu'il est essentiel qu'on soit prémuni contre un tel inconvénient, et nous engageons tous les inventeurs à accompagner leurs demandes de tracés ou de dessins géométriques, afin d'éviter le dépôt de modèles ou d'échantillons, qui, outre qu'ils ne servent à rien, sont embarrassants et sujets à s'égarer.

Les échantillons ne peuvent être véritablement acceptés que dans quelques circonstances particulières, comme, par exemple, lorsqu'ils sont assez minces, assez peu volumineux pour pouvoir se fixer directement par un fil et un cachet, sur le papier même sur lequel le mémoire est écrit.

MACHINE

A BROYER ET A RÉDUIRE EN POUDRE TRÈS-FINE

DIVERSES SUBSTANCES,

Telles que les Couleurs pour les Teintureries, le Charbon pour les Fondeurs, etc.,

Par M. LOUP,

Mécanicien chez M. ROUQUÈS, à Clichy, près Paris.

(PLANCHE 14.)

Nous avons déjà dit, en publiant plusieurs systèmes de machines à broyer, que les diverses natures des matières que l'on veut réduire obligent d'employer très-souvent des procédés différents, pour produire les meilleurs résultats avec le plus d'avantage possible. Il est donc important de faire connaître les appareils divers que l'on a proposés et mis à exécution jusqu'ici, avec les applications principales auxquelles ils se rapportent.

Le broyeur que nous avons représenté sur les fig. 1 et 2, pl. 14, est peut-être connu déjà par quelques-uns de nos abonnés, parce qu'il en a été fait un grand nombre d'applications dans plusieurs industries, comme, par exemple, dans les fonderies, pour broyer le charbon qui y est employé en poudre fine, dans la fabrication du plâtre, où alors ils sont exécutés sur de grandes dimensions, etc. Cependant, comme nous croyons que cet appareil est susceptible de rendre bien des services dans d'autres branches, et qu'il n'est réellement pas encore assez répandu, il ne sera pas sans doute vu sans quelque intérêt, surtout en le considérant appliqué à la teinturerie, pour réduire en poudre impalpable certaines substances colorantes d'une certaine valeur, qu'il importe de bien utiliser, comme la cochenille, l'indigo, etc.

Il existe chez M. Rouquès, habile teinturier de Clichy, deux appareils semblables, dont l'un, d'une plus petite dimension, a été exécuté par M. Moulfarine, qui est un de nos plus anciens et bons constructeurs de machines à vapeur; et l'autre par M. Loup, homme modeste et dévoué, qui rend de grands services à cet établissement de teinturerie, où il est em-

ployé depuis fort longtemps. Ces machines, qui fonctionnent par le moteur même de l'usine, sont principalement destinées à broyer de la cochenille, de l'indigo, de la laque, etc.

On voit par le dessin qu'elles se composent d'une espèce de cloche circulaire en fonte A, présentant à l'extérieur la forme d'un anneau engendré par un demi-cercle et deux lignes droites perpendiculaires à l'axe sur lequel il tourne; il en est de même de sa forme intérieure. Cette cloche est ouverte sur un côté, pour permettre d'y introduire les substances à broyer et les boulets qui doivent s'y promener pendant sa rotation continue; un fort tampon en fonte ferme très-hermétiquement cette ouverture, comme le couvercle d'un trou d'homme de chaudière à vapeur.

Il y a déjà un certain nombre d'années on employait, et on emploie même encore quelquefois aujourd'hui, des cuves demi-cylindriques ou hémisphériques, contenant deux ou trois boulets de fonte que l'on agite au moyen d'un levier à mouvement circulaire alternatif; mais de tels appareils font très-peu d'ouvrage, et ont l'inconvénient, ne pouvant être bien clos, de laisser perdre des parcelles de substance volatile lorsqu'on veut les broyer à l'état sec.

Dans les fonderies, on emploie, pour broyer le charbon dont les mouleurs font une grande consommation (1), soit deux meules verticales qui se meuvent dans une auge circulaire, soit des mortiers à pilons, soit des anneaux creux à boulets, soit encore des cylindres creux d'une certaine longueur, et renfermant aussi des boulets en fonte.

Ces dernières machines, qui paraissent avoir la préférence sur les autres, ont alors beaucoup d'analogie avec celle que nous avons représentée, si ce n'est qu'elles sont sensiblement plus larges intérieurement, et qu'elles ont tout à fait la forme cylindrique. On en a construit dans plusieurs localités sur de grandes dimensions pour broyer le plâtre, mais encore en ménageant à la surface du cylindre des espèces de grilles qui laissent passer le sable fin.

La première petite machine de M. Rouquès n'a été faite en origine que pour broyer de l'indigo à l'eau. Depuis, M. Loup, qui a compris qu'elle était susceptible d'amélioration, a établi celle qui est dessinée fig. 1 et 2, et avec laquelle il broye les différentes matières à l'état sec, ce qui paraît être bien préférable, parce qu'elles n'adhèrent pas alors aux parois intérieures de la cloche. Celle-ci est entièrement en fonte de trente-cinq millimètres d'épaisseur sur les côtés, et renforcée par des nervures de cent millimètres d'épaisseur à la partie annulaire. Les boulets B qui y sont renfermés roulent naturellement sur eux-mêmes pendant la rotation de la

(1) La grande quantité de poussier végétal et minéral qu'emploient les fondeurs de Paris, a fait, pour ainsi dire, une industrie particulière de la pulvérisation du charbon. Une grande partie des fonderies n'ont pas de moulins à broyer, et achètent alors le poussier tout préparé pour leur service. Il faut dire aussi que les fabricants de poussier ne travaillent pas seulement pour les fondeurs, mais encore pour d'autres industries. Dans toutes les grandes fonderies, on possède nécessairement des broyeurs à charbon.

cloche, mais en restant constamment vers la partie inférieure; par conséquent, la substance qu'elle contient, forcée dans le mouvement de descendre vers cette partie, est sans cesse appelée sous les boulets et broyée par eux.

Le tampon ou bouchon en fonte C, qui est rapporté sur l'une des faces de la cloche, y est ajusté avec beaucoup de soin, et solidement retenu par une traverse en fer *a*, dont les extrémités sont engagées dans des brides *b*, et que l'on fait serrer sur le couvercle par une vis de pression *c*, comme pour les cornues des appareils à gaz. C'est par l'ouverture que ferme ce tampon que l'on introduit dans la cloche les substances à pulvériser, et les boulets.

M. Loup nous a observé que si ceux-ci conviennent bien, étant en fonte, pour broyer de certaines matières, comme du charbon, il n'en est pas de même pour la cochenille ou l'indigo, qui sont des substances très-susceptibles. Les boulets en fonte ont l'inconvénient, après un certain temps de travail, de s'écailler en lames extrêmement minces, et par suite de mêler des parcelles de métal à la poudre, ce qui lui est évidemment très-nuisible. Il a pensé que, sans doute avec des boulets en fer bien corroyé et tourné, cet inconvénient disparaîtrait, ce n'est qu'à la suite d'une longue expérience que l'on peut être convaincu du fait; au reste, ces boulets, qui ne pèsent pas moins de onze à douze kilog., seraient beaucoup plus dispendieux.

Les tourillons *d* de la cloche sont en fer, à large embase pour se boulonner solidement au centre de celle-ci; ils sont mobiles dans les paliers D rapportés sur le bâtis de fonte E, qui remplace avec avantage le bâtis de bois existant, et qui se compose simplement de deux châssis verticaux et parallèles liés par des entretoises en fer F, et assujétis sur des patins scellés dans le sol. Cette machine est commandée directement par une poulie en fonte G, et par une courroie de 9 centimètres de large. Sa vitesse ordinaire est de 28 à 30 révolutions par minute; elle ne demande aucun soin pour la surveiller : dès que les matières sont mises dans la cloche, et que celle-ci est fermée, on la fait tourner et on ne s'en occupe plus jusqu'à ce qu'on juge que la pulvérisation est suffisamment complète.

RESSORTS A LEVIERS,

APPLICABLES A TOUTES SORTES DE VOITURES, PAR M. HACQUET ET M. GIBERT.

On sait que la construction des ressorts appliqués jusqu'ici à la suspension des caisses de voitures, de wagons, de locomotives, consiste dans la réunion de plusieurs lames d'acier, amincies vers les bouts, et dont le nombre est ordinairement proportionné à la charge plus ou moins considérable qu'ils doivent supporter.

Ce système n'a pas seulement l'inconvénient d'être dispendieux, mais encore d'exiger de l'entretien, des réparations qui sont d'autant plus à considérer, que

l'on est alors forcé de s'adresser, pour faire ces réparations, à des hommes du métier.

Avec la nouvelle disposition proposée par MM. Hacquet et Gibert, on évite ce double désavantage en ce que le ressort se compose, dans tous les cas, d'une simple lame d'acier, sur laquelle réagit un levier d'une forme et d'une dimension variables, système d'autant plus avantageux, suivant les inventeurs, qu'il peut s'appliquer aux véhicules les plus pesants comme à ceux les plus légers, les plus délicats, en proportionnant toujours la force et les dimensions du levier à la charge à supporter.

Ce système consiste en un simple morceau d'acier ou de lame mince d'une certaine largeur et de peu de longueur, qui, par son milieu, repose dans une chape et reçoit, à ses extrémités, deux leviers en fer forgé.

Ce sont ces leviers, que l'on prolonge d'une quantité convenable, qui supportent toute la charge de la caisse de la voiture; rapprochés très-près l'un de l'autre, comme s'ils devaient n'en former qu'un seul, ils sont susceptibles de se mouvoir ou d'osciller sur leurs axes qui les relient avec la chape. Ils s'appuient nécessairement sur les deux bouts de la lame que l'on arrondit au besoin, ou que l'on munit de petits rouleaux, afin de faciliter le glissement sans produire d'usure sensible sur la surface de contact des leviers. Ceux-ci peuvent aussi être disposés avec des rouleaux ou petits cylindres aciérés, qui doivent tourner librement sur eux-mêmes ou sur leurs axes.

C'est à l'extrémité de chaque levier que repose la charge de la caisse, c'est alors par cette extrémité qu'ils doivent jouer le plus; ce qui a lieu, en effet, lorsque l'appareil est en activité; ils font fléchir la lame d'une quantité qui est nécessairement moindre, dans un rapport proportionné à celui qui existe entre la moitié de la longueur de cette lame et la longueur des leviers. Ainsi, pour un jeu de 15 millimètres, par exemple, qui se produirait à l'extrémité de ceux-ci, les bouts du ressort ne fléchiraient évidemment que de 5 millimètres, si le support entre sa demi-longueur et le bras des leviers était comme 1 à 3 ou le 1/3.

Les deux leviers étant en fer corroyé, et composant la partie la plus importante du système, on comprend qu'il devienne ainsi d'une construction très-économique, puisque ce qui est en acier se réduit à une simple lame très-courte, qui fatigue d'autant moins, qu'elle est beaucoup plus petite que les leviers, et que son jeu en est, par suite, considérablement restreint. On peut même diminuer la longueur de ce ressort de près d'un tiers, et produire le même effet, parce que, tout en permettant autant de mobilité aux leviers, il a lui-même moins besoin de jouer.

M. Gibert qui a monté, comme nous l'avons annoncé dans notre quatrième volume, un établissement important à La Villette, pour la fabrication spéciale des ressorts de voitures, s'occupe de faire en ce moment l'application d'un tel système sur un wagon de chemin de fer; nous en ferons connaître les résultats.

LAPIDAIRE A HUIT PLACES,

OU MACHINE

A AIGUISER ET POLIR LES GLACES ET VERRES D'OPTIQUE,

Par **M. COURSIER**, Mécanicien à Paris.

(PLANCHE 14.)



Le polissage des glaces et des verres employés dans les instruments d'optique, de physique et d'astronomie, est une opération qui est devenue assez importante, surtout en France, où l'on compte d'habiles fabricants qui travaillent pour tous les pays du monde. La petite machine imaginée et construite par M. Coursier est destinée à effectuer cette opération avec beaucoup de rapidité, en permettant d'y appliquer plusieurs personnes à la fois, dans un très-petit espace, sans qu'elles se gênent et sans que le mouvement ou le travail de l'une soit nuisible ou embarrassant pour l'autre.

On pourrait en quelque sorte dire que M. Coursier a pris la disposition de son lapidaire sur celle adoptée depuis longtemps dans les moulins à blé, à plusieurs paires de meules et à beffroi circulaire. En effet, il a groupé autour d'un centre et d'un arbre commun huit petites meules horizontales, placées à égale distance, et mises à la disposition d'autant d'ouvriers polisseurs. Sur l'arbre est un large tambour à plusieurs gorges servant à commander, par des courroies étroites, les poulies montées sur les fers des meules, et qui sont nécessairement situées à des étages différents. Des fourchettes d'embrayage permettent d'intercepter le mouvement à volonté, en faisant passer les courroies des poulies fixes sur les poulies folles qui sont immédiatement au-dessous.

L'organisation du système est telle que le même bâtis de fonte sert à recevoir toute la machine et son mouvement, comme on peut s'en rendre compte par le dessin fig. 3 et 4, pl. 14.

La fig. 3 représente d'un côté, à gauche, une élévation latérale extérieure de l'appareil tout monté, et de l'autre, à droite, une section verticale passant exactement par l'axe.

La fig. 4 est un plan général fait à différentes hauteurs, soit au-dessus, soit au-dessous des meules, afin de bien faire voir toutes les parties du mécanisme.

Les petites meules A′, sur lesquelles on fait frotter les pièces à aiguiser ou à polir, sont construites d'une manière fort simple et très-économique, qu'il peut être bon d'appliquer quelquefois dans différentes circonstances. Au lieu d'être un disque plein, comme les meules ordinaires, de ce qu'elles

ne travaillent véritablement que vers la circonférence, quatre d'entre elles A, se composent chacune d'une sorte de couronne solide en émeri ou en composition d'émeri, comme on en trouve maintenant dans le commerce; coulée dans la rainure circulaire ménagée au pourtour d'un plateau de fonte B, cette couronne désaffleure les bords supérieurs de celui-ci (fig. *a*), afin de présenter une surface horizontale entièrement libre, sur laquelle on pose le verre, en le tenant à la main, pendant que la meule tourne avec une rapidité très-grande. Les autres meules A', placées entre les précédentes, sont bien aussi coulées dans des plateaux de fonte B', mais elles occupent alors toute la surface, à l'exception du moyeu (fig. *a'*), pour servir à polir des pièces de plus grandes dimensions.

Chaque plateau B ou B' est fixé au sommet d'un axe vertical ou fer de meule C, en fer forgé, qui, d'une part, est tenu dans un collet *b* placé immédiatement au-dessous, et de l'autre, dans une crapaudine *b'*, munie d'une vis de pression *c*, servant de pivot et en même temps à soulager la meule. (Voyez le détail fig. 6.)

Un grand et large tambour cylindrique D, fondu d'une même pièce avec les deux croisillons E, qui servent à le tenir sur l'arbre moteur F, sert à donner le mouvement à chacune des meules, en communiquant par les courroies *d* aux différentes poulies *e*, *e'* qui doivent tourner à une vitesse très-rapide. Les premières poulies *e* sont fixes sur les fers de meules C, par conséquent elles entraînent ces derniers avec elles, lorsque les courroies passent sur leur circonférence; mais lorsqu'au contraire celles-ci sont descendues sur les secondes poulies *e'* qui sont libres sur les mêmes fers, les meules s'arrêtent et ne travaillent plus. Les ouvriers peuvent à volonté donner ou interrompre le mouvement en faisant passer les courroies d'une poulie à l'autre, au moyen des fourchettes d'embrayage *f*, qui sont à leur disposition; ces fourchettes sont à poignée, comme le montre le détail fig. 5. On les fait osciller dans leur plan vertical autour d'un goujon qui fait partie d'un collier en deux pièces *g*, adapté aux colonnes mêmes qui servent de support à toute la carcasse de la machine.

Des vis de rappel *h* sont appliquées dans les branches horizontales en fonte *i* et *i'*, qui reçoivent les coussinets des fers de meules, et servent à rapprocher ou à éloigner plus ou moins ces dernières du centre commun, et par suite tendre les courroies sur les poulies, tout en permettant de régler la verticalité de chaque arbre C. Les branches inférieures *i'* font corps avec les colonnes creuses G et les panneaux à jour H, qui servent de socle ou de base à tout l'appareil. Au centre de ce système sont rapportés, d'une part, la crapaudine *j* (fig. 3), qui reçoit le pivot de l'arbre vertical moteur F, et plus haut, le collier en bronze *k* qui maintient cet arbre près du tambour. Les branches supérieures *i* sont fondues avec des croisillons I et des consoles à jour J, qui s'élèvent à une certaine hauteur au-dessus, en prenant la forme convenable pour porter des tablettes sur lesquelles les ouvriers peuvent poser leurs pièces. Ces consoles se réunissant au som-

met, vers l'arbre central, se terminent en forme de douille renfermant à l'intérieur une longue bague en cuivre *l*, qui forme collet à cet arbre et le maintient égalcment en cette partie, comme le moyeu du croisillon reçoit à son centre le coussinet *m*, qui le tient aussi immédiatement au-dessus du tambour. On voit donc que de cette manière, tout en ayant un bâtis léger, bien évidé partout, l'arbre moteur est suffisamment retenu, et peut tourner avec vitesse pour commander les différentes meules sans fléchir, sans vibrer.

Ce lapidaire, qui paraît présenter une grande commodité pour le service, est en activité chez MM. Molteni, fabricants, qui viennent de le monter sur une grande échelle pour y exécuter mécaniquement un grand nombre d'objets d'optique ou de physique, et particulièrement des instruments de mathématiques.

Disons, en passant, que M. Coursier exécute toute espèce de machines outils et qu'il y apporte beaucoup de soin et de précision. Nous lui avons vu construire une belle presse pour la fabrication de la gutta-perka, produit remarquable dont nous aurons à faire connaître les principales applications et les procédés auxquels elles donnent lieu.

PISTON DE MACHINE A VAPEUR,

Construit chez **M. MILLUS**, par **M. PAUL**, au Hâvre.

(PLANCHE 14.)

Ce piston, établi sur une assez grande dimension, puisqu'il n'a pas moins de 50 centimètres de diamètre, présente une particularité remarquable sous le rapport de son assemblage avec sa tige, d'une part, et de la simplicité d'exécution de l'autre. M. Paul a cherché à éviter le plus possible le boulonnage ou le clavetage qui est employé généralement, et qui a l'inconvénient ou de se desserrer, ou même de se déclaveter entièrement, et parfois d'occasionner des accidents plus ou moins graves. Il a imaginé de faire le bout de la tige T doublement conique, c'est-à-dire ayant un renflement formé de deux troncs de cône renversés de même base et de même hauteur (fig. 7 et 8, pl. 14). Le corps du piston P est alors composé de deux disques de fonte exactement semblables, dont le moyeu est alésé suivant ces troncs de cône; de sorte que lorsqu'ils sont en place, comme le montre la portion de la coupe verticale faite suivant les lignes 1, 2, 3, il suffit, pour les faire tenir sur leur tige, de mettre les boulons *n*, et de serrer leurs écrous au degré convenable. Ces disques portent à plat joint sur leur moyeu bien dressé, et contiennent entre leur bord extérieur, qui est également tourné avec soin, les deux bagues élastiques O, O′, qui forment toute la garniture. Ces bagues sont, comme on le sait, et comme

on l'a déjà vu dans le système publié tome 4, très-bien écrouies, plus minces du côté où elles sont ouvertes ou fendues que du côté opposé, et tendent constamment à s'élargir, et par conséquent à coïncider avec la paroi intérieure du cylindre à vapeur. On comprend qu'il est nécessaire que les boulons qui font appuyer fortement les deux disques par leur moyeu, ne serrent pas trop les bagues à la circonférence, afin qu'ils laissent toujours à celles-ci la liberté nécessaire.

Une telle disposition est évidemment très-simple, facile à exécuter, et a de plus l'avantage de n'exiger qu'un seul modèle pour le corps du piston et son couvercle; et on peut à volonté employer l'une ou l'autre partie pour le dessus ou le dessous.

M. Nillus a également construit sur un système analogue des pistons à vapeur à garniture de chanvre, pour machines à basse pression.

SUPPORTS, CHAISES ET PALIERS GRAISSEURS

A RÉSERVOIR INFÉRIEUR,

Par **M. DECOSTER**, à Paris. (PLANCHE 14.)

M. Decoster vient d'établir de nouveaux supports et paliers qui nous ont paru d'une disposition bien heureuse, en permettant de se graisser seuls, d'une manière continue, et sans le secours de la main de l'homme. Depuis longtemps sans doute on a compris l'importance qu'il y aurait pour les transmissions de mouvement, et en général pour toutes les machines, à avoir des coussinets disposés de manière à éviter l'entretien continuel et si souvent répété de leur graissage, d'une part, pour diminuer autant que possible les frottements et par conséquent l'usure des pièces, et de l'autre, pour diminuer la force motrice dépensée, et en même temps la consommation de l'huile ou de la graisse (1).

Dans tous les systèmes proposés jusqu'ici, on remarque qu'à l'exception de celui de M. Decoster, on a toujours placé le réservoir au-dessus du tourillon; tandis qu'au contraire, dans celui-ci, le réservoir est immédiatement au-dessous; l'huile est constamment amenée en abondante quantité sur la surface du tourillon, soit par une petite chaîne sans fin, soit par une espèce de main ou de cuiller recourbée.

Ainsi la fig. 9 représente une chaise de fonte, qui s'adapte à un plafond ou à une poutre, comme on en voit beaucoup dans les usines, pour supporter des arbres de couche élevés. Au milieu de la longueur du tourillon *t* est ménagé un petit renflement denté, formant une embase étroite à cannelures, sur la circonférence de laquelle passe une petite chaînette *p*, dont

(1) Nous avons fait connaître, dans le volume précédent, le système ingénieux de M. Gargan pour graisser le tourillon par le mouvement même transmis au mécanisme communiquant avec un réservoir d'huile supérieur.

la partie inférieure est libre, et plonge sans cesse dans le bassin ou le réservoir *r*, formé dans le corps même du support, et au-dessous du tourillon ; un goujon *s* qui traverse la largeur de la chaise retient la chaîne au besoin, pour la forcer à rester constamment tendue et noyée. Il est aisé de comprendre, que dès que l'arbre est en mouvement, la chaîne marchant avec lui, amène par ses maillons une faible quantité d'huile, qu'elle abandonne, en grande partie, à la circonférence qu'elle embrasse, et qui se répand forcément sur toute la surface du tourillon et du coussinet ; le surplus retombe nécessairement dans le réservoir inférieur, pendant qu'une nouvelle quantité est reprise par les maillons qui se succèdent ; il en résulte un reflux continuel d'huile qui abreuve les surfaces frottantes et les maintient sans cesse dans le plus parfait état de graissage.

Pour les paliers d'arbres de couche placés sur le sol, ou adaptés à des colonnes, etc., M. Decoster a adopté une disposition tout à fait analogue (fig. 10), en se servant indifféremment d'une chaîne sans fin, ou d'une petite cuiller *u*, adaptée au milieu du tourillon. La chaîne paraît préférable, en ce qu'elle n'exige pas d'augmenter la hauteur d'une partie du chapeau, comme on est obligé de le faire pour la cuiller. Le réservoir est toujours au-dessous, et quelle que soit la vitesse avec laquelle l'arbre tourne, on ne craint pas qu'il se perde la moindre parcelle d'huile par les côtés, parce que par la forme même que le constructeur a su donner aux deux extrémités opposées du palier, elle tend toujours à se déverser dans le réservoir.

Cette disposition, qui est fort simple, est évidemment très-avantageuse, et peut apporter, nous ne craignons pas de le dire, une économie notable dans les transmissions de mouvement. Par cela même que le graissage est continu, et qu'il se fait sans cesse d'une manière très-abondante, on doit comprendre que les frottements sont bien moindres que lorsque le graissage est fait à la main, par l'ouvrier qui vient, une fois ou deux par jour seulement, verser quelques gouttes d'huile sur le chapeau des coussinets, et dont souvent une grande partie est perdue, parce qu'elle tombe à terre, ou parce qu'elle est absorbée par la poussière.

Avec ce système de graisseur, on peut être deux, trois mois et plus, sans avoir besoin de s'occuper des coussinets ; comme ils sont hermétiquement fermés, on ne craint pas que la poussière s'y introduise et fasse cambouis, on est certain d'un graissage régulier, homogène, et on obtient une économie notable d'huile et de force motrice. Nous sommes donc persuadé qu'avant peu il se répandra dans tous les établissements industriels (1). L'auteur s'occupe d'appliquer également cette disposition aux essieux de locomotives et de wagons, pour remplacer les boîtes à graisse.

(1) M. Decoster est breveté depuis 1846 pour ce système de support ou palier graisseur à réservoir inférieur. Moyennant une faible prime, il accorde aux constructeurs l'autorisation d'en établir pour toutes transmissions de mouvement.

PALIER GRAISSEUR DE M. FAIVRE.

(FIG. 11 ET 12, PL. 14.)

M. Ch. Faivre, ingénieur à Paris, avait aussi eu l'occasion de chercher une disposition particulière pour graisser les coussinets. Son réservoir d'huile *r*, est dans le chapeau même du palier, mais ce réservoir est séparé toutefois du conduit qui descend au tourillon par une cloison qui est fondue de la même pièce avec le chapeau V ; un axe coudé en fil de fer *v*, traverse ce dernier, et porte d'une part, à son coude, une petite tige ou bielle *x*, qui est également formée d'un simple fil de fer, et de l'autre, à l'extrémité, un cercle ou disque rond U, dont la circonférence est mise en contact directement avec le bout de l'arbre de couche dont on veut graisser le tourillon *t*; de sorte que cet arbre en tournant, entraîne naturellement dans sa rotation le cercle et l'axe coudé. Or, la petite bielle pendante *x* qui est libre sur le coude de celui-ci, venant prendre successivement les positions indiquées fig. 13, plonge dans le réservoir, enlève, en en sortant, une goutte d'huile qui y reste suspendue, et qui, au moment où la bielle redescend et rencontre la cloison, laisse tomber cette goutte dans le conduit qui l'amène au tourillon ; par conséquent à chaque révolution de l'axe coudé, ou si l'on veut, tous les deux, trois ou quatre tours de l'arbre de couche, son tourillon reçoit une nouvelle goutte d'huile.

ENGRENAGE A DENTURE DE PEAU,

Par M. CARON, à Paris.

(FIG. 14, PL. 14.)

Les engrenages, les coussinets et autres pièces analogues sont des organes tellement employés dans les machines, dans les transmissions de mouvement de toute espèce, qu'on ne sait trop apporter de soin dans leur confection, soit pour les rendre plus parfaits et plus durables, soit pour les exécuter avec plus de régularité, plus d'économie. Jusqu'ici les substances employées dans la fabrication de ces organes étaient le fer, la fonte, le cuivre, le bois. Tout le monde sait que les engrenages métalliques ont l'inconvénient de faire beaucoup de bruit, surtout lorsqu'ils marchent à une certaine vitesse, et cela quelle que soit d'ailleurs la précision avec laquelle on a taillé leur denture, à plus forte raison lorsqu'ils sont bruts, parce qu'alors l'irrégularité des dents ajoute nécessairement à leur jeu, et par suite aux chocs, aux secousses plus ou moins rapides qui augmentent

le bruit. Avec des engrenages à denture de bois, cet inconvénient est beaucoup moindre, surtout lorsque les dents sont bien divisées, bien taillées, mais, en général, ce système ne peut s'appliquer qu'à de fortes dentures, car appliquées sur de petits engrenages, les dents s'usent trop rapidement et demandent à être remplacées beaucoup trop souvent; ces sortes d'engrenages exigent d'ailleurs des frais d'entretien, qui, après un certain temps de travail, deviennent assez considérables.

M. Caron a cherché à éviter ces inconvénients en composant les dentures non avec du cuir ordinaire, comme on l'a déjà fait, mais avec des rondelles de peaux, du genre de celles connues dans le commerce sous le nom de peaux de Buenos-Ayres.

La première opération à faire subir à ces peaux, pour les rendre propres à cette application spéciale, consiste à les passer à la chaux, par les procédés analogues à ceux mis en usage par les tanneurs; elles acquièrent alors une dureté extrême, mais elles présentent en même temps une surface rugueuse, très-rude, qu'il faut nécessairement adoucir et polir.

On mouille d'abord la peau pour l'assouplir, puis on la met en presse, et on l'y laisse sécher, jusqu'à ce qu'elle ait repris sa dureté primitive; en cet état les surfaces peuvent être rabotées comme le bois. Cette opération se fait en effet avec les mêmes outils, et avec les mêmes soins que le rabotage du bois; mais on peut aussi, dans un grand nombre de cas, se contenter de limer ou de râper les surfaces, au lieu de les raboter, pour enlever seulement les parties les plus saillantes, les aspérités les plus fortes, en diminuant le moins possible l'épaisseur de la peau.

Dans tous les cas, quels que soient les moyens que l'on emploie pour dresser ou unir les surfaces, il importe de s'arranger de manière à superposer plusieurs peaux préparées comme nous venons de l'indiquer, afin d'avoir l'épaisseur convenable dans les objets que l'on veut fabriquer avec ces matières; et afin que cette superposition soit aussi exacte, aussi parfaite que possible, il est nécessaire que les surfaces qui doivent être en contact soient suffisamment unies et planes, exemptes d'aspérités.

Pour que ces différentes peaux ainsi superposées soient parfaitement adhérentes l'une à l'autre, on enduit leurs surfaces de la meilleure colle forte qui puisse se trouver dans le commerce, puis on les met sous presse, en ayant le soin de les y laisser le temps nécessaire pour qu'elles se sèchent complétement.

Les espèces de planches, plus ou moins grandes, que l'on obtient de cette manière, présentent une très-grande ténacité; on peut dire, sans crainte, que la matière est aussi dure et même plus dure que certains bois, et qu'elle se travaille absolument comme on travaille les métaux eux-mêmes; ainsi elle se taille, se rabote, se refend de même, avec les mêmes outils.

Pour la fabrication des dentures d'engrenages, on découpe des rondelles z du diamètre voulu (fig. 14), et on les met sur la machine à diviser

pour tailler les dents sur toute leur circonférence, comme on le ferait pour des dentures de cuivre. On a le soin de les serrer ensuite entre des plateaux ou des disques en métal y, qui les maintiennent et les empêchent de se déformer par le travail.

Pour des pignons ou des engrenages de petit diamètre, il suffit de découper dans la pièce même un morceau correspondant au diamètre extérieur de la roue que l'on veut produire, puis, après l'avoir percé à son centre, de le tailler suivant le nombre et la forme des dents qu'il doit avoir, et enfin de le serrer entre deux disques de même diamètre, en cuivre ou en fonte, qu'on relie par des vis, des boulons ou des rivets.

De tels pignons peuvent engrener, soit avec des roues en cuivre, soit avec des roues en fer ou en fonte, et marchent avec une douceur extrême, sans occasionner le moindre bruit, malgré le nombre de tours considérable qu'on peut leur faire faire dans un très-court espace de temps.

Sur le même principe, l'auteur confectionne les roues ou les pignons d'angle, en serrant également la matière préalablement découpée ou tournée en cône, et taillée entre deux rondelles ou deux disques métalliques.

Pour les engrenages de grandes dimensions, on dispose le corps de la roue, comme celui d'une roue ordinaire en fonte, avec un moyeu et des bras proportionnés à la force qu'elle doit avoir; seulement à la circonférence on ménage une espèce de gorge formée par une partie en équerre qui est fondue avec la pièce, et sur laquelle on ajuste des segments de cercle découpés dans la matière; ces segments sont juxtaposés de telle sorte à présenter, étant réunis, une grande bague, de la dimension convenable pour remplir toute la gorge de la roue. Après avoir taillé les dentures sur toute la circonférence de cette rondelle ainsi composée, on la fixe d'une manière solide et invariable sur la roue, au moyen de plusieurs boulons à écrous, et de la seconde joue rapportée; de sorte qu'elle se trouve, comme dans les engrenages de très-petites dimensions, serrée entre deux joues qui compriment la matière fortement, et l'empêchent de se déformer par le travail.

Nous avons vu l'application de ces engrenages à plusieurs appareils dans lesquels les mouvements sont extrêmement rapides comme dans les hydro-extracteurs analogues à ceux que nous avons publiés dans le troisième vol., comme aussi dans les machines à lustrer les fils de lin, de chanvre ou de coton, que nous ferons bientôt connaître, et dans les métiers de passementerie à recouvrir et à râcler les fils d'or, d'argent ou de soie (tome 5e), et nous avons toujours remarqué avec une grande satisfaction que les mouvements sont extrêmement doux. Comme cette denture en peau, quoique très-dure, est d'une matière qui paraît constamment grasse, on n'a presque jamais besoin de la graisser; aussi, nous sommes persuadé qu'elle sera adoptée dans un grand nombre de cas.

Filature mécanique du Lin et du Chanvre.

PEIGNEUSE CIRCULAIRE,

(Système BUSK),

Construite par MM. LACROIX, père et fils, à Rouen.

(PLANCHE 15.)

Depuis que nous avons publié la *Peigneuse* de M. de Girard, construite par M. Decoster (1), il s'est produit, soit en France, soit en Angleterre, bien des ma·hines différentes pour le peignage mécanique du lin et du chanvre. Malgré les difficultés incessantes que l'on rencontre, malgré les essais souvent infructueux, malgré les dépenses considérables que plusieurs inventeurs ont faites pour parvenir à résoudre le problème, on voit encore fort peu d'appareils fonctionnant avec avantage dans nos grandes filatures. On ne peut s'empêcher de reconnaître évidemment que la solution d'un tel problème est très-importante et intéresse un grand nombre d'établissements; mais il semble que les difficultés augmentent avec les progrès que l'on voit faire dans la mécanique; cela peut se concevoir jusqu'à un certain point, si l'on remarque que les ouvriers peigneurs deviennent beaucoup plus habiles et font aujourd'hui plus d'ouvrage qu'il y a quelques années, et qu'en outre, leurs produits sont plus parfaits et laissent généralement bien peu à désirer. En présence de ces résultats, on comprend que le peignage manuel est devenu économique, et que pour lui préférer un peignage mécanique, il faut nécessairement que celui-ci soit bien supérieur.

Or, afin de bien se rendre compte des obstacles que les machines rencontrent pour remplacer avec avantage le travail fait à la main, il faut dire qu'elles doivent pouvoir opérer sur toute espèce de lins, quelle que soit leur nature, quelle que soit leur longueur. L'ouvrier, qui a l'habitude, qui a l'intelligence nécessaire, sait très-bien distinguer les différents lins, et effectuer le peignage en conséquence, mais la machine ne fait aucune

(1) Voyez cette machine dans le premier volume, première, deuxième ou troisième édition de ce Recueil.

distinction : elle travaille avec la même énergie les lins les plus doux et les lins les plus durs, elle ne peut pas choisir ; elle exécute tout ce qu'on soumet à son action avec la même régularité, lorsque souvent il serait utile qu'elle pût opérer tantôt avec plus de force et tantôt, au contraire, avec plus de douceur. Néanmoins, malgré ces difficultés, on verra que l'on est parvenu, au moins jusqu'à un certain point, à les surmonter en grande partie, et à produire aussi bien, si ce n'est mieux, qu'à la main ; ce qui prouve que le génie de l'homme en mécanique ne voit pas de limite.

Mais ce n'est pas tout encore : il ne suffit pas de faire des machines intelligentes, plus habiles même que les ouvriers les plus exercés, il faut que ces machines puissent être alimentées rapidement, à très-peu de frais, et qu'elles puissent remplacer un grand nombre de bras, ce qui n'est véritablement pas facile, et ne paraît même pas possible, du moins à en juger par tout ce qui s'est fait jusqu'ici. En effet, on sait que, quel que soit le système proposé, on doit, pour apporter le lin à l'appareil, le pincer par poignées entre des mâchoires qui le serrent très-fortement afin de résister à l'action des peignes. Or, l'opération d'ouvrir ces mâchoires ou ces pinces, de prendre une poignée de lin pour l'y placer entre elles, puis de les fermer et de les placer sur la machine, est une opération qui, quoi qu'on fasse, exige nécessairement une certaine main-d'œuvre. Il est vrai que l'on forme aisément des enfants (des garçons de 9 à 10 ans) pour ce travail, qu'ils font, lorsqu'ils ont acquis de l'habitude, avec une dextérité, une promptitude réellement surprenante ; c'est dans l'usine que l'on peut voir, avec admiration, l'agilité de ces jeunes êtres, condamnés à faire la même chose pendant dix à douze heures par jour.

Mais malgré la célérité, l'économie avec laquelle cette opération est effectuée, il ne faut pas moins de cinq à six enfants, et souvent plus, pour entretenir convenablement une machine qui opère sur 5 à 600 kil. de lin par jour ; il faut, en outre, quelquefois deux à trois ouvriers pour la diriger, enlever les lins peignés et les étoupes, etc.

C'est, sans contredit, la machine de Girard qui, la première, a donné l'idée de s'occuper, en Angleterre, comme chez nous, du peignage mécanique du lin. Toutes celles qui ont paru depuis ne paraissent être établies que d'après deux principes, dont l'un, comme le plus naturel peut-être, consiste à laisser les peignes fixes et à promener le lin à la surface comme dans le peignage à la main ; mais son application pratique, reconnue comme défectueuse, l'a fait promptement abandonner. L'autre, au contraire, consiste à promener les peignes sur le lin qui, lui même, est conduit en sens inverse suivant diverses modifications faites dans l'application du principe. Cette application a lieu, dans certains systèmes, par des courroies ou chaînes sans fin ; dans d'autres, au moyen de cylindres rotatifs. Ces derniers sont les plus répandus, parce qu'on a reconnu la supériorité incontestable des machines à cylindres par leur plus grande

vitesse, par la facilité et l'économie d'entretien, comme par l'exactitude des ajustements, et par les convenances générales au point de vue mécanique.

« L'expérience a démontré, disent MM. Lacroix, que la meilleure méthode de peignage était de faire mécaniquement ce que l'on fait dans le peignage à la main, c'est-à-dire qu'on a acquis la certitude que, pour obtenir le meilleur résultat, il est absolument nécessaire d'attaquer le lin par l'extrémité de la poignée, et de continuer lentement et graduellement jusqu'à ce que la pointe du peigne l'attaque au milieu; puis, pour obtenir le plus grand rendement en long brin et la meilleure qualité en étoupes, il est nécessaire de peigner alternativement chaque côté de la poignée, en continuant ainsi sur le premier, le deuxième, le troisième peigne, etc. C'est là le but, c'est là la bonne voie, la vraie perfection.

« Mais, ajoutent MM. Lacroix, le peignage gradué et alternatif sur chaque côté de la poignée et sur des peignes de diverses séries, sans l'intervention de la main de l'homme, n'avait point été jusqu'à présent un fait accompli, une victoire remportée. Aucun des systèmes connus n'avait résumé, à lui seul, les causes de perfection du peignage à la main, tout en écartant les inconvénients qu'il entraîne. »

En présence des divers systèmes que l'on met en concurrence aujourd'hui, des avantages que leurs auteurs cherchent à faire ressortir, et des inconvénients que les filateurs leur reprochent, il n'est pas facile de dire quel est réellement le meilleur, quel est celui qui devra l'emporter sur les autres. Cependant, nous croyons que la machine de M. Busk, que nous allons décrire, est encore une de celles qui présentent le plus d'avenir, le plus de chance de succès, surtout après les modifications que les constructeurs y apportent chaque jour.

Cette machine, pour laquelle la force nécessaire peut être évaluée à celle d'un demi-cheval à un cheval vapeur au plus, est susceptible de peigner environ 500 kilog. de lin par jour moyennement. Elle peut être employée pour le long brin ou pour le lin coupé en deux; elle n'exige que quatre ou cinq enfants seulement, pour visser et dévisser les pinces, et un ou deux hommes pour la diriger et faire tout le service. Le prix d'une telle machine, dans les dimensions représentées sur le dessin, est de 5,000 fr., prise chez les constructeurs, à Rouen.

La combinaison de cette machine est vraiment fort ingénieuse; nous avons trouvé dans le mécanisme des particularités très-remarquables, aussi nous ne doutons pas que, sous ce rapport comme sous celui de l'application, elle ne soit regardée, par un grand nombre de nos lecteurs, comme très-intéressante.

Le principe sur lequel elle est établie est un cylindre ou grand tambour, armé de peignes à sa circonférence, et recevant un mouvement de rotation plus ou moins rapide. La disposition des peignes est toute particulière; des planchettes, dont on règle l'inclinaison à volonté, ne permettent

aux aiguilles que de s'enfoncer d'une certaine quantité dans les mèches, sans qu'elles puissent aller au delà. Ces peignes sont, d'ailleurs, construits de manière que les aiguilles soient d'autant plus fines et plus serrées qu'elles se rapprochent de l'extrémité où le peignage doit se terminer. On les change aussi suivant la nature des lins, leur degré de dureté ou de finesse.

Les mèches, ou plutôt les poignées de lin, sont préalablement étendues et serrées entre des mâchoires ou des pinces plates et larges, que l'auteur a su fort ingénieusement grouper parallèlement au cylindre à peigner; ces pinces ont, pendant le travail, plusieurs mouvements qu'il sera très-curieux d'examiner avec détails. Adaptées à un grand chariot horizontal, elles sont ajustées de telle sorte qu'elles peuvent, d'une part, monter et descendre avec lui pour s'éloigner ou se rapprocher du tambour, et de l'autre, marcher suivant des plans parallèles aux génératrices du cylindre, ou, si l'on veut, parallèles aux peignes, afin de faire passer successivement leurs poignées de lin des aiguilles les plus fortes et les plus espacées à celles les plus fines et les plus serrées; elles ont, en outre, un mouvement de rotation intermittent, c'est-à-dire qu'elles font, par instants égaux, un demi-tour sur elles-mêmes, pour présenter tantôt une face et tantôt l'autre à l'action des peignes.

Ces divers mouvements sont exécutés avec une précision, une régularité mathématique, par des mécanismes simples qu'il sera facile de comprendre en lisant la description qui suit.

Un cylindre à brosses, mis en contact avec une partie latérale du gros tambour à peignes, sert à enlever les étoupes qui résultent du peignage et à les porter à un autre cylindre plus éloigné, garni de cardes.

DESCRIPTION DE LA PEIGNEUSE A LIN,

REPRÉSENTÉE PL. 15.

Cette Peigneuse est vue en élévation longitudinale, sur la fig. 1; par l'un des bouts, sur la fig. 2; par l'extrémité opposée, fig. 3; et en projection horizontale, sur la fig. 4.

GRAND TAMBOUR A PEIGNER. — Pour peu qu'on examine ces figures, on reconnaît aisément que l'organe principal de cette machine est le tambour ou le grand cylindre peigneur A, qui a plus de deux mètres de longueur, et qui est garni de peignes droits *a*, également espacés, sur toute sa circonférence extérieure et suivant des génératrices ou des plans parallèles à l'axe *b* qui le porte, et auquel le moteur imprime un mouvement de rotation.

Ces peignes varient non-seulement selon la perfection qu'on veut obtenir dans le peignage, mais encore selon la qualité du lin à peigner; et de plus, ils sont tels que l'écartement de leurs aiguilles n'est pas le même sur toute sa longueur, elles sont nécessairement plus rapprochées et en même

temps beaucoup plus fines vers la droite que vers la gauche. Ce sont les aiguilles les plus grosses et les plus écartées qui, comme dans le peignage à la main, commencent à agir, et à mesure que les poignées de lin avancent vers la droite, elles rencontrent, comme nous l'avons dit, des aiguilles qui deviennent de plus en plus serrées et plus fines.

Des planchettes étroites *c*, inclinées par rapport au plan des peignes et à la circonférence du tambour, sont posées sur celui-ci de manière à ne laisser désaffleurer les aiguilles de leur bord extérieur que d'une très-faible quantité, correspondante à la très-petite épaisseur de la mèche de lin *d*, serrée entre les pinces. Elles déterminent ainsi la profondeur à laquelle les aiguilles doivent attaquer les filaments. Les constructeurs ajustent et disposent ces planchettes de telle sorte qu'elles puissent se mobiliser pour satisfaire, autant que possible, à toutes les nécessités du travail, suivant les diverses natures de lin.

Chariot porte-pinces. — Au-dessus du grand cylindre à peigner est un chariot horizontal C, formé de longues barres parallèles, que réunissent deux demi-cercles soutenus par plusieurs bras en fonte, et traversées à leur centre par les axes verticaux D. Ceux-ci sont portés à chaque extrémité par des traverses de fonte *e* qui sont boulonnées aux côtés du bâtis K de la machine; ils servent de supports et de guides aux douilles cylindriques E, qui sont ajustées sur eux, afin de pouvoir y monter et descendre, mais sans jeu. Ces douilles sont à plateau pour se fixer au corps du chariot avec lequel elles sont solidaires, de sorte qu'elles marchent avec lui.

Deux traverses à nervure *f*, qui se relient avec les barres du chariot, sont attachées par leur centre à des chaînes *g* (fig. 1) qui passent sur les fragments de poulies à gorge *h*, montés sur l'arbre horizontal en fer forgé L, prolongé jusqu'au dehors de la machine afin de porter, à l'un des bouts, le levier à secteur M (fig. 3) auquel est agrafée une autre chaîne *g'*. Celle-ci porte un fort contre-poids N, mis en communication directe par la tige verticale *i* avec le levier courbé O dont le centre de rotation est en *i'*. Une sorte de pédale P, faisant le prolongement du levier au-dessus de ce centre, reçoit la pression successive d'un excentrique curviligne Q dont l'axe est animé d'un mouvement de rotation très-lent. Or, il est aisé de comprendre que, lorsque la machine fonctionne, cet excentrique, tournant dans le sens de la flèche (fig. 3), force nécessairement la pédale à baisser et à lui faire prendre, après les 2/3 ou les 3/4 d'une révolution, la position indiquée fig. 5. Dans cet abaissement successif, le levier O soulève nécessairement le contre-poids qui soulage alors le secteur, et permet, par suite, au chariot de descendre, par son propre poids, avec tout ce qu'il porte. Ce mouvement se fait lentement, d'une manière régulière et exactement verticale, jusqu'à ce que le système soit descendu au plus bas de sa course, ce qui a lieu au moment où le sommet de la came, ou son point le plus éloigné du centre, est en contact avec la pédale. A partir de cet instant, la rotation continuant, il est évident que

l'excentrique n'a plus d'action, c'est le contre-poids N qui tend à descendre, et qui ramène, par suite, tout le porte-système parce que, suspendu à un bras de levier plus long, il est plus lourd que lui; cependant, comme ce mouvement se ferait trop brusquement, et qu'il serait imprudent de faire remonter le chariot trop vite, l'excentrique n'est pas coupé suivant un rayon, mais il se continue, au contraire, suivant une courbe plus prononcée que la première et la plus longue partie; de sorte que la pédale, forcée de rester en contact avec cette courbe, s'oppose naturellement, étant reliée au levier O, à ce que le contre-poids ne descende trop rapidement.

On voit évidemment que ce mouvement alternatif de montée et de descente du chariot, a été combiné pour les pinces ou les mâchoires G entre lesquelles sont serrées les poignées de lin. Ces pièces sont, en effet, adaptées au chariot par les bras en fer F, auxquels on peut aisément les agrafer, comme on peut aussi, avec la même facilité, les en retirer. Ainsi à mesure qu'elles descendent, ce qui a lieu très-lentement, les mèches de lin se présentent de plus en plus à l'action des peignes. Attaquées d'abord par le bout, elles sont peignées ainsi successivement depuis la pointe jusqu'au milieu, exactement comme on le ferait d'une mèche de cheveux que l'on voudrait démêler. De cette sorte, on enlève les étoupes sans fatigue, sans casser le lin, et aussi sans briser les aiguilles.

Pour que, d'une part, les poignées de lin soient aussi bien peignées d'un côté que de l'autre, et pour qu'en second lieu elles rencontrent des aiguilles de plus en plus fines et serrées, l'auteur a su donner aux pièces deux autres mouvements dont le mécanisme est, comme nous l'avons dit, très-ingénieux et mérite d'être décrit avec quelque détail.

Remarquons d'abord que les branches en fer F auxquelles les pinces sont suspendues, sont surmontées de petites roues droites dentées R avec lesquelles elles font corps, afin de pouvoir pivoter avec elles lorsqu'elles tournent; or, une partie de ces roues engrène avec la crémaillère droite *j* rapportée sur l'un des côtés du chariot, et qui se prolonge circulairement d'un bout seulement, comme le montre le plan (fig. 4). C'est par cette crémaillère qu'elles reçoivent, par instant, des mouvements demi-circulaires assez rapides, afin que les pinces qui y sont adaptées tournent promptement.

A cet effet, tous les axes des roues désaffleurent le plan de celles-ci, en dessus, et sont réunis par de longs maillons C', qui font une sorte de chaîne sans fin, afin de tourner à chaque extrémité du chariot, où se trouvent justement deux roues à cames S, rapportées sur les axes verticaux D, dont elles reçoivent un mouvement de rotation ou circulaire alternatif. Il est aisé de voir que lorsqu'une dent ou une came de ces roues rencontre l'axe d'une pince, elle le pousse devant elle, et l'oblige à s'avancer jusqu'à ce que celui-ci en soit assez éloigné pour ne plus le toucher. Or, dans ce mouvement, on conçoit que ce n'est pas seulement une pince qui marche,

mais bien aussi toutes les autres, puisqu'elles sont solidaires par la chaîne sans fin. Mais alors les petites roues R, qui sont en contact avec la crémaillère, sont forcées, en s'avançant, de tourner sur elles-mêmes, et par conséquent elles font tourner les pinces avec elles. On produit donc ainsi, sur un certain nombre de pinces, celles qui travaillent, c'est-à-dire celles qui sont justement en regard des peignes, un double mouvement, l'un de translation suivant la longueur du tambour, l'autre circulaire, et toujours égal à une demi-révolution, parce que les cames, les maillons de la chaîne, et le diamètre des roues sont combinés de telle sorte que celles-ci ne font jamais qu'un demi-tour à chaque fois.

Il est bon d'observer que ce double mouvement n'est que momentané, intermittent; il ne se produit véritablement que quand le chariot porte-système est parvenu en haut de sa course; mais, tant qu'il descend, les pinces et les mèches descendant avec lui, n'ont pas d'autre mouvement, parce que les roues à cames qui restent fixes sur leurs axes, et qui par conséquent ne descendent pas avec les douilles mobiles E, ne peuvent rencontrer, dans leur rotation, le bout supérieur des axes des petites roues R, puisque ceux-ci ne sont prolongés que d'une faible quantité; ce n'est donc véritablement qu'au moment où le système est remonté entièrement et occupe la position qu'on lui a donnée sur le dessin, que ces axes sont touchés par les cames, et que par conséquent le double mouvement rectiligne et demi-circulaire est produit.

On voit donc que les pinces, et par suite les poignées de lin qui y sont suspendues, sont animées de trois sortes de mouvement, dont deux ne se font que par moment; elles ont d'abord un mouvement descensionnel, afin que les filaments soient attaqués successivement par les peignes depuis la pointe jusqu'au milieu; mouvement qui doit se faire avec une certaine lenteur, c'est-à-dire avec d'autant moins de célérité que les lins sont plus durs, plus difficiles à peigner. Comme on est susceptible, dans une filature, d'employer bien des qualités différentes de lin, on comprend que le même mouvement ne peut satisfaire à toutes, il faut bien se résigner à prendre une moyenne. Cependant avec les excentriques de rechange, comme l'a proposé M. Beaufort, habile filateur de Poitiers, on peut arriver évidemment à une exactitude suffisante pour la pratique, il suffit d'avoir un ouvrier intelligent, qui sache appliquer le genre d'excentrique convenable, pour donner plus ou moins de vitesse au système suivant la qualité du lin qu'on lui donne à peigner. Dans tous les cas, on s'arrange toujours pour que l'ascension du peigne se fasse assez rapidement, mais non brusquement, afin de perdre le moins de temps possible. Ce n'est, comme nous l'avons dit, que lorsque le système arrive vers le haut, que les pinces changent de position, d'une part, en pivotant sur elles-mêmes, et de l'autre, en se transportant parallèlement de leur place à celle qui suit immédiatement à droite.

Les roues à cames qui produisent ce double changement restent aussi

en repos pendant la descente des pinces, parce que les axes qui les portent, cessent de tourner avec les deux paires de roues d'angle T, T′ qui les commandent et l'arbre de couche en fer U qui n'agit que par intermittence, comme nous allons le faire voir : à l'une des extrémités de cet arbre est rapportée une sorte de manivelle *k*, qui s'y engage sur le côté de la poulie à gorge *m*, sur la circonférence de laquelle est attachée une chaîne de Galle, dont l'autre bout descend se fixer à un segment de cercle *n* (fig 2), ajusté libre sur le même arbre qui porte l'excentrique Q, dont nous avons parlé; ce segment de cercle n'est pas invariablement fixé à cet arbre, il ne lui est solidaire que par intervalle, parce qu'il porte sur la face intérieure une espèce de rochet ou de cliquet *o* (fig. 6) qui, tant qu'il se trouve engagé dans le disque excentré *o′*, est entraîné dans sa rotation, et, par suite, entraîne le segment et la chaîne avec lui; mais comme dans ce mouvement ce disque abandonne le cliquet un certain temps, le segment devient libre. Or, lorsque celui-ci marche, la chaîne de Galle fait tourner dans le même sens le fragment de poulie à gorge *m*, et avec elle l'arbre U et les engrenages d'angle T, T′ et, de plus, les axes verticaux E, qui entraînent les roues à cames S. Aussitôt que le disque excentré et le cliquet *o* n'agissent plus, toutes les pièces sont obligées de revenir sur elles-mêmes, parce qu'à côté de la poulie *m* il y en a une seconde *m′*, fixée sur le même arbre U, et à laquelle est attachée une autre chaîne portant le fort contre-poids N′ qui, soulevé lorsque le système a marché, redescend à ce moment que l'action cesse, et force tout ce système à se mouvoir en sens inverse.

De cette manière, le mouvement des roues à cames se fait par intermittence, et a lieu exactement au moment où les pinces arrivées en haut de leur course, doivent s'avancer et pivoter sur elles-mêmes. Tout ce mécanisme est assez rigoureusement exécuté pour que ces divers mouvements se fassent aux instants voulus, sans confusion, et constamment avec la même régularité.

Cylindre pour recevoir les étoupes. — Sur le côté du grand tambour est disposée parallèlement une brosse cylindrique H, qui tourne avec une certaine rapidité, et qui, en rencontrant les pointes ou les aiguilles des peignes, en détache sans cesse toutes les étoupes dont elles se chargent pendant le peignage. Mais comme cette brosse serait évidemment bientôt embarrassée, et ne pourrait produire aucun effet, les constructeurs ont eu le soin de rapporter en avant et un peu au-dessus un cylindre à cardes I, qui enlève à son tour ces étoupes au fur et à mesure, en tournant dans le sens convenable à cet effet. Comme dans les cardes mécaniques, ce cylindre est garni de rubans à dents fixes et inclinées, et un peigne droit J est placé sur le devant, animé d'un mouvement alternatif, pour détacher la nappe d'étoupes que l'on reçoit soit dans une boîte, soit de toute autre manière.

Transmission de mouvement. — Une telle machine est nécessairement mise en activité par le moteur de l'usine, à l'aide d'une courroie qui vient

embrasser la poulie X placée sur l'axe qui porte le cylindre à brosses; à côté de cette poulie est un pignon à joues p, qui engrène avec la roue intermédiaire q, montée libre sur un simple goujon fixé à coulisse sur l'un des bâtis de fonte K. Elle commande directement une roue semblable, mais plus grande q', assujétie au bout de l'arbre du grand tambour, qui reçoit ainsi une vitesse de rotation correspondante à environ 70 tours par minute, lorsque la poulie, qui tourne six fois plus vite, en fait plus de 400.

C'est cet arbre qui commande, à son tour, toutes les autres parties mobiles de la machine. Ainsi, à son autre extrémité, est un pignon r qui, engrenant avec une roue intermédiaire s, communique par une seconde roue plus petite s' son mouvement à celle t qui est rapportée au bout de l'axe de l'excentrique. Le rapport entre le diamètre du pignon r et celui de cette dernière roue est de 1 à 3, 5 ; par conséquent, l'excentrique et son axe ne font guère que 20 tours, lorsque le grand tambour en fait 70. On voit, au reste, que les engrenages peuvent être modifiés à volonté, et par conséquent on peut changer le rapport des vitesses comme on le juge convenable.

Sur le moyeu de la même roue intermédiaire s, est un pignon u qui sert à commander le cylindre à cardes, par les roues droites v et v' (fig. 3); ces mouvements sont tels que ce cylindre ne fait pas plus de 6 à 7 révolutions sur lui-même par minute. Enfin le mouvement alternatif du peigne droit J est produit par les petites roues x, x' dont l'une porte un tourillon excentrique et se relie par articulation à la bielle y qui, par sa partie supérieure, est assemblée de même à la manivelle z, montée sur l'axe du peigne.

TRAVAIL DE LA MACHINE.

Nous avons dit que le grand tambour peigneur A marche avec une vitesse de 70 tours par minute, et comme il est muni à sa circonférence de 30 peignes semblables, formés chacun de plusieurs rangées d'aiguilles, on voit que le nombre de coups de peigne est de

$$30 \times 70 = 2100 \text{ par } 1'$$

Or, l'arbre qui porte l'excentrique Q ne tourne qu'avec une vitesse de 20 tours, par conséquent chaque poignée de lin monte et descend moyennement 20 fois dans une minute, donc, à chaque course descendante, elle est attaquée

$$\frac{2100}{20} = 105 \text{ fois par les peignes,}$$

et comme elle change de position successivement depuis la première à gauche jusqu'à la sixième à droite afin d'être soumise à l'action des peignes différents, c'est-à-dire variant de numéro du plus gros au plus fin, on peut dire que chaque poignée reçoit réellement

$$6 \times 105 = 630 \text{ coups de peigne.}$$

On comprend que ce nombre est bien plus considérable que celui que donnerait le peigneur à la main, et doit par conséquent bien suffire à opérer le peignage.

Mais ce n'est encore que la moitié de la poignée de lin qui est ainsi travaillée, il faut en faire autant pour la seconde moitié ; à cet effet, on a dû remarquer, soit par la description qui précède, soit par le tracé même, que les pinces, arrivées à l'extrémité de droite du tambour par le transport successif dont nous avons parlé, à l'aide des petites roues dentées et de la crémaillère, peuvent être décrochées, afin de permettre de les ouvrir pour retirer les poignées de lin, puis les y remettre en les retournant, et de replacer ensuite ces mêmes pinces ainsi chargées, après les avoir serrées, sur le second plan ou le derrière du chariot, d'où elles sont ramenées successivement par la chaîne à longs maillons C′ jusque sur le devant. On comprend que dans tout le trajet qu'elles parcourent sur le second plan, ces pinces n'ont pas besoin de pivoter sur elles-mêmes, puisqu'elles ne travaillent réellement pas, aussi les constructeurs n'ont pas rapporté de ce côté une crémaillère comme sur le devant.

Puisqu'il y a six pinces sur la longueur du chariot, et que chacune change 20 fois de place par minute, on trouve que trois demi-poignées et un tiers sont peignées par minute

soit 10 demi-poignées toutes les 3 minutes,

ou, en n'ayant pas égard aux pertes de temps,

10 poignées entières en 6 minutes

et, par conséquent, $10 \times \frac{60}{6} = 100$ poignées par heure.

Ces poignées représentent nécessairement des quantités de lin qui, en poids, doivent être quelque peu variables, suivant ses qualités, sa nature, suivant qu'il est dans toute sa longueur, ou coupé en deux, comme on le fait dans de certaines filatures (1). MM. Lacroix estiment qu'en moyenne cette machine peigne 500 kilogr. par journée de 12 heures, en employant quatre ou cinq enfants pour le service des pinces, qui sont ici disposées de manière à n'avoir qu'un seul boulon et son écrou à serrer ou à desserrer, ce qui permet de les garnir et de les dégarnir avec une célérité très-grande.

(1) Cette machine est brevetée en France, au nom de M. Busk, depuis le 31 janvier 1836.

Postérieurement, mais dans la même année, le 13 juin, il a été pris un autre brevet par M. Carmichaël, pour des perfectionnements dans le mécanisme destiné à peigner le lin et le chanvre.

Dans bien des filatures mécaniques, on coupe les lins à long brin en trois parties égales, et non en deux; mais ces parties devenant trop petites, ne peuvent plus être peignées à une telle machine avec avantage. On sait que les lins, ainsi coupés en trois, permettent d'obtenir à la filature des numéros plus fins, en moyenne, qu'on ne pourrait le faire en les laissant de toute leur longueur.

Usines à Fer.

SQUEEZERS OU PRESSES A CINGLER
LA LOUPE,
POUR REMPLACER LES MARTEAUX CINGLEURS.

(PLANCHE 16.)

Depuis quelques années, l'industrie du fer a pris une extension constamment croissante; la plupart des anciennes usines se sont considérablement agrandies, et il s'en est monté un grand nombre de nouvelles, dont plusieurs sur de vastes échelles. Aussi, avant peu, nous l'espérons, les prix des fers seront notablement réduits, et ne craindront plus la concurrence étrangère. Placées pendant longtemps entre les mains de riches propriétaires, les forges ont été, comme, au reste, bien d'autres branches d'industrie, des espèces de monopoles; il semblait alors qu'on ne devait apporter dans ces établissements aucun changement, aucune amélioration; on travaillait sans se donner beaucoup de peine ni de soucis, et avec fort peu de moyens mécaniques.

Aujourd'hui, avec l'esprit de progrès qui règne partout, on ne peut se passer de machines-outils dans les forges, pas plus que dans les ateliers de construction; on y introduit des appareils parfaitement entendus, bien disposés pour opérer avec économie et avec une grande régularité. Ainsi, le marteau vertical, à action directe de la vapeur (1), est devenu un instrument indispensable; il en est de même des cisailles (2), et des laminoirs de toute espèce, avec des cylindres de forme particulière pour les diverses natures de travaux, comme encore des presses à cingler qui remplacent avec avantage, dans bien des cas, les gros marteaux frontaux ou cingleurs à percussion, etc.

Ces presses elles-mêmes ont subi, depuis quelque temps, des modifications très-importantes. Déjà les cingleurs à percussion avaient été sensiblement modifiés: au lieu de les soulever par le bout, comme on le faisait

(1) Nous avons publié ce marteau avec détails dans le 4e volume, nous en donnerons prochainement de nouveaux, qui présentent de l'intérêt par leur disposition particulière.

(2) Voyez dans les premier et deuxième volumes, puis au commencement de celui-ci, plusieurs cisailles à mouvement alternatif, agissant directement ou indirectement.

généralement, MM. Thomas et Laurens en construisirent qui marchaient soulevés par le côté; en Angleterre, et plus tard, en France, on en fit qui recevaient leur action par des excentriques à trois cames, agissant directement en dessous et près de l'enclume, de manière à laisser la tête du marteau entièrement libre. Nous en avons vu fonctionner à Bolton, près de Manchester, au Havre, à Nantes, etc. Toutefois ces machines opérant par chocs, et par conséquent exigeant des massifs considérables pour résister aux ébranlements, durent faire place, au moins en partie, aux presses à comprimer, qui n'ont pas, comme elles, l'inconvénient de projeter des pailles, de la crasse sur tous les côtés. Il est vrai que dans plusieurs localités on trouva que ces presses ne faisaient pas aussi bien que les marteaux; on objectait qu'elles laissaient une portion du laitier dans le fer, et que la nature de celui-ci était alors détériorée. Cependant, malgré ces objections qui ne paraissent généralement plus aujourd'hui présenter rien de sérieux, on a persisté à établir des *squeezers* qui se répandent de plus en plus. Il faut dire, à la vérité, que dans de certains cas, comme par exemple pour la fabrication de la tôle, le marteau est encore préféré à la presse. Il convient alors d'avoir dans les grandes forges l'un et l'autre appareil.

Les premières presses à cingler ont été faites en Angleterre; c'est là qu'elles ont reçu le nom de *squeezers*. MM. Flachat et compagnie n'ont pas tardé à en faire l'application en France, d'abord dans la belle usine de Vierzon, puis à Abainville et ailleurs. Mais ces machines qui, au reste, fonctionnent bien, ne marchent encore que par l'intermédiaire d'un balancier, d'une bielle, d'une manivelle et de plusieurs engrenages; telle est celle représentée en élévation et en plan sur les fig. 1 et 2, pl. 16.

M. Cavé, à qui on doit de si belles applications faites sur la vapeur agissant directement comme moteur dans plusieurs outils très-puissants (1), ne pouvait tarder à modifier ce système. Comprenant de quelle importance il peut être, dans les usines à fer, d'employer la force motrice sans intermédiaire pour faciliter le service, il disposa la machine que l'on voit sur les fig. 6 à 12. Plusieurs forges ont immédiatement adopté cette disposition, et le constructeur en a maintenant constamment en confection dans ses ateliers. Mais on comprend que ce système n'est avantageux qu'autant que l'on emploie la vapeur comme puissance motrice; il est évident que lorsqu'on a à sa disposition une force hydraulique que l'on veut utiliser, il est tout naturel d'établir une transmission de mouvement. Toutefois, il est bon d'observer que comme aujourd'hui on cherche généralement à utiliser la chaleur perdue des fours pour chauffer des chaudières à vapeur, la dépense de force est considérée comme nulle pour faire fonctionner le squeezer.

M. Guillemin, directeur des forges d'Anzin, a introduit aussi dans cet établissement un cingleur analogue au précédent, marchant également par

(1) On a vu avec intérêt les machines à percer et à découper de M. Cavé, tome 1er, et l'appareil à river les tôles de M. Lemaître, tome 4e.

l'action directe de la vapeur. Cet appareil est dessiné en coupe verticale sur la fig. 13.

Nous allons décrire séparément chacun de ces appareils, afin qu'on reconnaisse les particularités qui les distinguent et les avantages qu'ils peuvent présenter suivant les localités.

DESCRIPTION DU CINGLEUR DE M. FLACHAT,
REPRÉSENTÉ FIG. 1 A 5.

Il est aisé de voir que dans ce genre de machine, l'organe principal est le balancier mobile A qui opère la compression du métal. Cette pièce est très-importante, elle est fondue d'un seul morceau avec la queue inférieure B, à l'extrémité de laquelle est attachée la bielle en fer forgé C. Les fig. 3, 4 et 5 sont des sections faites dans différentes parties de ce balancier, la première (fig. 3) suivant la ligne 1-2, la seconde (fig. 4) suivant la ligne 3-4, et la troisième (fig. 5) suivant la ligne 5-6. Sous la face qui doit comprimer la matière, est rapportée une forte feuille de tôle *a*, assemblée au moyen de plusieurs boulons à écrous (fig. 1, 2 et 5), afin de protéger la fonte; on comprend que c'est, en effet, la partie qui fatigue et s'use le plus; il est donc indispensable d'y appliquer une semelle de fer que l'on puisse remplacer facilement, en cas d'usure, sans être dans l'obligation de remplacer la pièce entière.

L'enclume sur laquelle se pose la loupe qui doit être cinglée, est un disque aussi en fonte D, cannelé sur toute sa surface qui reçoit la pression, afin de retenir la matière et l'empêcher de fuir à l'action du comprimeur, pour recevoir les pailles ou le laitier qui se dégage pendant l'opération, et que l'on a le soin de balayer très-souvent. Cette enclume est boulonnée sur une forte plaque de fondation E, qui se prolonge non-seulement sous les supports de l'axe du balancier, mais encore sous les cages qui lui servent de guides, en laissant toutefois un jour suffisant pour le passage de la queue B qui descend au-dessous. Tout ce système est assis sur une forte charpente composée de madriers horizontaux formant châssis et assemblés sur des montants en chêne qui se relient eux-mêmes sur d'autres madriers inférieurs, avec lesquels la plaque de fondation est rendue solidaire au moyen de grands boulons à clavettes *b*. Ce mode de construction en charpente est préférable à un massif en maçonnerie, à cause des ébranlements produits par les secousses, par les vibrations continuelles que l'appareil éprouve pendant le travail.

L'axe *c* du balancier est fixe avec celui-ci, et tourne ou oscille dans des coussinets en bronze en deux pièces, ajustés dans les cages en fonte F, et dont la hauteur est réglée exactement par les fortes vis de pression *d*, comme dans les laminoirs.

Pour que le balancier se meuve constamment dans le même plan vertical, il est guidé par derrière, au moyen de deux autres cages en fonte G, boulonnées comme les précédentes sur la même plaque de fondation, et reliées

vers le haut par une entretoise en fer *e*. Elles sont garnies sur la face intérieure de platines minces cannelées *f*, que l'on a rapportées avec soin, et dont on règle exactement la position, après les avoir préalablement dressées à l'aide de boulons à tête perdue.

La bielle C, qui communique au balancier un mouvement circulaire alternatif, en le faisant osciller sur son axe *c*, est assemblée au boulon *g*, qui est rapporté à l'extrémité de l'arbre de couche B, et qui lui sert de manivelle. Cet arbre est commandé par la roue droite en fonte I, avec laquelle engrène le pignon J, placé sur un axe intermédiaire parallèle au premier, et comme lui, en fer forgé. Les constructeurs ont cru devoir adopter cette disposition de mouvement, pour arriver à faire marcher le volant K, qu'il est indispensable d'appliquer dans ce genre de machine, à une vitesse de rotation plus grande que l'arbre moteur du balancier. Les tourillons de ces arbres sont d'ailleurs reçus dans des coussinets dont les paliers L reposent sur des semelles de fonte assises sur la charpente et reliées avec elle par de grands boulons, comme la plaque de fondation E.

Une telle machine peut fonctionner plus rapidement que les marteaux cingleurs ordinaires, par cela même qu'elle agit par pression au lieu d'agir par percussion; la vitesse peut être de 35 à 40 coups par minute et souvent plus.

Les matériaux qui entrent dans la construction de cet appareil (1) se composent :

1° De la charpente, environ 6 mètres cubes. Pour un marteau frontal, elle serait beaucoup plus considérable et exigerait de plus une assise en maçonnerie très-solide.

2° De pièces de fonte, comprenant le balancier, l'enclume, la plaque de fondation et les cages, environ........................	8,900 kilog.
3° De pièces en fer, boulons, arbres, semelles........	1,100
4° De pièces en cuivre ou bronze telles que coussinets.	36
Soit en totalité.........	10,036 kilog.

DESCRIPTION DE LA PRESSE A CINGLER DE M. CAVÉ,
OPÉRANT PAR L'ACTION DIRECTE DE LA VAPEUR,
REPRÉSENTÉE FIG. 6 A 12.

Ce système de presse paraît aujourd'hui généralement préféré, comme permettant de se placer partout dans l'établissement, sans exiger de disposition additionnelle pour la transmission de mouvement, et présentant, en outre, l'avantage de pouvoir régler la vitesse et l'action du balancier à volonté et suivant les besoins. Il en est évidemment de cet appareil comme des marteaux pilons, comme des grosses cisailles ou des gros découpoirs dont nous avons parlé, et qui ont été décrits avec détails dans ce Recueil.

Dans ce squeezer, le balancier A devient une pièce ordinaire; il n'est pas

(1) Traité sur les forges et hautsf-ourneaux, par MM. Flachat, Barrault et Petiet.

nécessaire de le fondre avec une queue inférieure qui lui donnait la forme d'un T. Porté par l'axe B qui le traverse, il oscille avec celui-ci, en recevant directement son mouvement par la tige du piston P, qui est suspendue à l'une de ses extrémités. La forme de ce balancier est bien indiquée par l'élévation (fig. 6), le plan détaché (fig. 8), et de plus, par la section verticale faite par l'axe (fig. 9), puis par les deux autres sections transversales (fig. 10 et 11), qui sont faites, l'une suivant la ligne 7-8, et l'autre suivant la ligne 9-10. On voit par ces figures, que du côté où il travaille, la face inférieure de ce balancier est garnie, comme dans l'appareil précédent, d'une platine en fonte *a*, mais beaucoup plus épaisse et en deux pièces, afin qu'elle présente plus de résistance et de durée ; et vers l'autre partie, il est partagé en deux branches en forme de fourche, pour recevoir entre elles la tige du piston à vapeur et la bielle pendante C.

Le piston marche dans un cylindre à simple effet Q, qui est fermé par le bas et entièrement ouvert par le haut pour communiquer avec l'air libre. Ce piston est très-épais, afin de recevoir une double garniture, l'une inférieure métallique, pour empêcher le passage de la vapeur, et l'autre supérieure en étoupes, pour empêcher l'introduction de l'air. Afin de limiter d'une part la course du piston, et, d'un autre côté, régulariser le mouvement, le constructeur a eu le soin d'adapter au même balancier, et près de la tige, la bielle pendante C, qui embrasse par sa partie inférieure le tourillon de l'arbre coudé en fer forgé H, aux extrémités duquel sont montés les deux volants K. Cette bielle, qui se compose d'une bride en fer méplate et d'un corps en fonte (fig. 12), transmet ainsi le mouvement alternatif du balancier à l'arbre, en le transformant en mouvement de rotation continue ; elle sert en même temps à faire mouvoir le tiroir de distribution *t*, qui est renfermé dans la boîte en fonte R, adaptée contre lapartie latérale du cylindre à vapeur. A cet effet, la tige de ce tiroir est suspendue au court levier *l*, dont l'axe porte une seconde branche *l'*, qui se relie à la bielle au moyen de deux courtes tringles parallèles *m*. Cet axe pourrait, en outre, porter à l'une de ses extrémités une manette qui serait à la disposition du conducteur de l'appareil, afin de permettre au besoin de faire marcher le tiroir à la main. La vapeur arrive de la chaudière dans la boîte de distribution par le tuyau M, muni d'un robinet que l'on manœuvre à la main, et sort du cylindre par le tuyau M'.

L'enclume, qui se compose de deux fortes plaques de fonte D, placées sur le prolongement l'une de l'autre, est ajustée et retenue par des saillies sur le bâtis en fonte E, qui, non-seulement lui sert d'assise, mais qui, de plus, forme double support à l'axe du balancier, à l'arbre coudé et au cylindre à vapeur. Ce bâtis est alors fait en deux parties que l'on réunit par des boulons comme le montrent les fig. 6, 7 et 9. Cette disposition, qui est évidemment très-solide, présente l'avantage de simplifier considérablement les fondations. Il en résulte, de ce côté, une économie notable, et par cela même que la machine est alimentée directement par la vapeur, on peut la

placer partout où on le juge nécessaire et sur quelques pièces de bois; on peut donc dire sans crainte que ce système doit être préféré, dans un grand nombre de cas, par la facilité qu'il offre de le monter près des fours, sans embarrasser le service par des transmissions de mouvement, et de plus, par la commodité de faire marcher à la vitesse la plus convenable. Il n'est donc pas étonnant que le principal constructeur, M. Cavé, ait constamment de ces appareils en cours d'exécution. Toute la partie du bâtis qui se trouve au-dessous de la plaque d'assise D, est constamment pleine d'eau, afin de diminuer autant que possible la chaleur de celle-ci qui est en deux pièces, comme étant plus économique à remplacer..

Le poids total d'une telle machine est de 13,500 kilog. M. Cavé peut la livrer au prix de 12,000 fr., ce qui correspond à 88 fr. les 100 kilog. Il est évident qu'un marteau cingleur, capable de produire le même travail, coûterait beaucoup plus et serait certainement aussi plus dispendieux en frais d'entretien. La vitesse de ces presses, est de 40 à 60 coups par minute, suivant l'habileté des ouvriers.

DESCRIPTION DE LA PRESSE A VAPEUR DE M. GUILLEMIN, REPRÉSENTÉE PL. 16.

La disposition de la presse construite par M. Guillemin, pour les forges d'Anzin, a beaucoup d'analogie avec la précédente, comme on le voit par le dessin fig. 13. Il est bon d'observer toutefois que dans cette machine le tiroir de distribution renfermé dans la boîte R ne fonctionne qu'à la main, à l'aide d'une grande manette N, que l'ouvrier, ou un enfant, est obligé de manœuvrer, tandis que dans l'appareil de M. Cavé le tiroir fonctionne par l'action même de la bielle qui communique à l'arbre des volants. Le tiroir et la boîte sont horizontaux, et la vapeur passe de celle-ci au cylindre Q par le tuyau recourbé M. Du reste, le balancier A est à peu près de même mobile avec l'axe B qui le porte, et qui est ajusté dans des coussinets en bronze assujétis comme les premiers dans des cages ou supports en fonte F, qui sont rapportés et boulonnés sur la grande plaque d'assise E, au lieu d'être fondue avec elle; l'enclume D est fixée sur cette plaque qui est aussi fondue en deux parties séparées, non réunies entre elles, mais solidement adaptées à la charpente élevée O qui est disposée comme dans l'appareil de Vierzon (fig. 1).

Le constructeur n'a pas cru devoir appliquer de volant ni de manivelle à cette machine; la course du piston P est limitée, d'un côté, par une pièce de bois *f*, garnie à sa surface supérieure d'une platine en fer ou de lambeaux de vieux câbles plats, et de l'autre, par le contact de la mâchoire du balancier sur la loupe L', que l'on doit réduire à un volume beaucoup plus petit. Cette disposition, dit M. Guillemin (1), suffit parfaitement à amortir le choc qui a lieu au moment où le balancier retombe. Au reste, ce choc est très-faible, comme il est facile de le comprendre, puisque la différence

(1) *Bulletin du Musée de l'industrie*, par M. Jobard (1845).

de poids des deux parties du balancier en est la seule cause, et que, de plus, le mouvement de celui-ci n'est jamais parfaitement libre par suite de la légère pression qu'on est obligé de produire sur son axe au moyen des vis *g*, dans le but de prévenir des contre-coups qui compromettraient la solidité de l'appareil. Il est inutile de dire que la hauteur et la position de la pièce de bois doivent être réglées de manière à ce que, au moment de l'arrêt du balancier, le piston se trouve le plus près possible du fond du cylindre sans toutefois qu'il puisse jamais l'atteindre.

L'auteur trouve un avantage à faire marcher l'appareil à la main, parce qu'il permet, comme dans le marteau-pilon, de faire varier à volonté, jusqu'à une certaine limite, la vitesse ou la marche de la presse, c'est-à-dire le nombre de coups de balancier pendant un temps donné ; condition qui facilite singulièrement le travail. Cette limite supérieure de vitesse est d'environ 80 à 85 coups par minute.

Voici comment M. Guillemin explique le travail et les avantages d'un tel appareil, pour le cinglage des loupes sortant des fours à puddler.

Détails sur la marche. — La portion du balancier AB, comprise entre l'axe d'oscillation et l'extrémité A, est un peu plus pesante que la partie antérieure ou mâchoire, de sorte que lorsque celle-ci est abaissée vers l'enclume par l'action de la vapeur, elle se relève d'elle-même dès que cette action cesse.

Le cylindre n'a point de couvercle ; il n'en a pas besoin puisque l'appareil est à simple effet. La vapeur, admise en dessous du piston par le jeu de la glissière, s'échappe par suite du contre-mouvement de celle-ci, et avec d'autant plus de facilité qu'elle est pressée par le poids du piston et la force qui tend à ramener l'appareil à sa première position.

Travail. — La boule ou loupe à cingler est apportée sur l'enclume, telle qu'elle sort du four à puddler, c'est-à-dire sous une forme variable à l'infini et souvent très-écartée de la forme sphérique, vers laquelle cependant tendent les efforts des puddleurs. Pleine de laitiers et à l'état spongieux dans lequel elle se trouve alors, chaque coup de balancier modifie profondément sa forme, et 6 à 7 coups suffisent toujours à en faire un prisme plus ou moins parfait de 25 à 30 centimètres de côté, mais d'une longueur variable, car elle dépend, non-seulement du volume primitif de la boule, mais aussi de ce que les extrémités du prisme présentent souvent des parties plus ou moins détachées de la masse principale. L'ouvrier cingleur dresse alors le lopin, encore informe, sur un de ses bouts afin de le *refouler*, c'est-à-dire de ramener dans la masse les parties écartées, et aussi pour réduire sa longueur, si elle dépasse 40 à 45 centimètres ; il laisse le lopin dans cette position jusqu'à ce qu'il soit ramené à cette longueur, ce qui exige tout au plus 7 à 8 coups de balancier ; puis il le couche de nouveau en travers de l'enclume et le fait avancer vers l'axe de rotation de l'appareil en le roulant sur lui-même et le tournant sur toutes ses faces de manière à en rabattre toutes les arêtes et à l'amener à une forme presque cylindrique de 15 à 20 centimètres de diamètre et de 30 à 40 centimètres de longueur. Souvent même quand l'arrivée d'une seconde boule ne le presse pas, l'ouvrier cingleur termine en plaçant le lopin dans une direction à peu près parallèle à la longueur de l'enclume et lui fait acquérir, en quelques coups de balancier, la forme d'un tronc de cône par l'amincissement d'un de ses bouts, forme qui faci-

lite et assure le passage immédiat du lopin dans les cylindres étireurs où il est immédiatement porté.

Il faut beaucoup moins de temps pour exécuter ces diverses manœuvres que pour en lire la description ; et un ouvrier quelque peu habile doit les exécuter toutes sans que l'appareil cesse de fonctionner à sa vitesse normale.

Activité de service. — De nombreuses expériences que j'ai faites avec soin sur le Cingleur-d'Anzin m'ont donné les résultats suivants :

La vitesse normale de l'appareil est de un coup de balancier par seconde.

Il faut en moyenne 45 à 50 coups de balancier pour cingler une loupe, c'est-à-dire un temps de 45 à 50 secondes.

Les chiffres précédents se rapportent à la marche de l'appareil, fonctionnant avec de la vapeur à 2 atmosphères (*pression indiquée par un manomètre placé près du cylindre sur le tuyau d'arrivée de la vapeur.*)

Entre deux boules successives on peut compter qu'il s'écoule en moyenne 15 secondes.

On devra donc prendre 65 secondes pour le temps total nécessaire au cinglage d'une boule.

Pour douze fours à puddler faisant chacun sept fournées de cinq boules, par journée, le nombre des boules qui passeront au cingleur en douze heures, sera de

$$12 \times 7 \times 5 = 420.$$

L'appareil fonctionnera donc pendant

$$420 \times 65 = 27{,}300 \text{ secondes} = 7 \text{ heures et demie.}$$

Les quatre heures et demie restantes donnent en moyenne 3 minutes et deux dixièmes d'intervalle entre deux fournées successives, mais leur répartition se fait plutôt en 7 arrêts de 30 à 40 minutes chacun, entre les 7 *tournées* de fours qui, habituellement, passent tous les uns à la suite des autres.

Travail possible. — Avec de la vapeur à 3 atmosphères, il est certain que l'appareil suffirait facilement au cinglage des produits de 16 fours à puddler marchant avec l'activité que j'ai citée et qui n'a rien que d'ordinaire, car nous avons très-souvent atteint en moyenne le nombre de 8 fournées par jour et par 12 heures.

Force motrice. — Je n'ai point fait d'expériences, et je ne ferai point de calculs pour déterminer la force motrice absorbée par l'appareil. Il me suffira de dire qu'une chaudière à bouilleurs, de 8 mètres de longueur, chauffée par la flamme perdue de deux fours à puddler, a constamment suffi à fournir la vapeur nécessaire à la marche du cingleur et au jeu de la machine destinée au marteau, et qui fonctionnait alors plusieurs heures par journée, pour l'alimentation de cette chaudière motrice.

Entretien. — L'entretien de cet appareil est presque nul. On y consomme à peine, en 12 heures, un demi-litre d'huile, et un demi-kilog. de suif fondu pour le graissage des points de frottement et du piston dont la garniture en chanvre demande un renouvellement trimestriel.

Résumé. — En résumé, les avantages qu'offre le Cingleur-d'Anzin sont :

1° D'être peu coûteux,

2° D'être d'une construction facile ;

3° D'occuper très-peu de place, et de pouvoir, par suite, être placé au point de l'usine le plus convenable, par rapport aux fours à puddler et aux laminoirs ébaucheurs ;

4° D'être indépendant de tout autre appareil mécanique, ce qui permet de sus-

pendre à volonté sa marche et de l'empêcher de donner lieu, en pure perte, à la moindre dépense de force motrice;

5° D'être très-économique, en ce sens qu'un ouvrier, payé à raison de 2 fr. 50 à 3 fr., et un enfant payé à 1 franc, feraient avec cet appareil l'ouvrage qu'un maître marteleur ne fera guère, à un prix qui lui rapporterait moins de 10 fr. par journée, son aide et son gamin n'étant pas à sa charge, ce qui donnerait lieu à une dépense totale de 13 à 14 fr. Le Cingleur-Anzin présentera donc sur un marteau ordinaire, *et pour le seul chapitre de la main-d'œuvre*, un bénéfice de 10 fr. environ par journée de travail;

6° Enfin, une parfaite régularité de travail.

DEVIS DES FRAIS DE PREMIER ÉTABLISSEMENT
DU CINGLEUR D'ANZIN.

Fondations.		
Main-d'œuvre. . . . . fr.	70,20	
Matériaux. — briques et mortier . .	166,32	. . . . . fr 1315,52
Matériaux. — 8m 3 de bois de chêne.	1079,00	
Fonte.		
Un balancier pesant.	3500 kilog.	
Entablement et colonnes.	3799 »	
Deux chapeaux.	180 »	8765 kil. valant fr. 3174,07
Huit coussinets.	189 »	
La plaque E	487 »	
L'enclume D.	610 »	
Un cylindre à vapeur avec tous ses accessoires, piston et tige, glissière, boîte à vapeur.		fr. 939,00
Fer.		
Boulons, écrous et clavettes pour colonnes.	130 »	
Boulons des fondations, clavettes, etc.	375 »	
Axe du balancier et boulon de la fourche.	115 »	668 kil. valant fr. 545,00
Deux vis de pression.	18 »	
Leur clef.	5 »	
Colles et ancres.	25 »	
Cuivre.		
Six coussinets pesant.	28 »	37 kil. valant fr. 83,62
Deux boîtes pour les vis de pression. .	9 »	
Ajustage et montage.		
Main-d'œuvre. . . . . fr.	271,84	. . . . . fr. 284,44
Matières diverses.	12,60	
	Dépense totale. . .	fr. 6341,65

RAPES MÉCANIQUES

A BETTERAVES,

POUR LA FABRICATION DU SUCRE INDIGÈNE,

PAR

MM. DEROSNE et CAIL, et CAMBRAY,

CONSTRUCTEURS A PARIS,

Et **M. TRÈSEL**, Ingénieur - Mécanicien, à Saint - Quentin.

(PLANCHE 17.)



La fabrication du sucre de betterave ayant pris une grande extension en France, malgré les droits toujours croissants qui pèsent sur elle, on a cherché à perfectionner constamment les appareils, les instruments et les machines nécessaires à cette belle et intéressante fabrication. Pendant quelques années, deux procédés distincts ont été en présence pour extraire le jus de la betterave, le plus complétement possible. Le premier, celui même qui a survécu à l'autre, consiste, comme on sait, à râper les tubercules, après les avoir lavés, pour soumettre ensuite la pulpe obtenue, à une pression très-énergique, telle que celle que l'on peut obtenir avec une presse hydraulique puissante (1). Le second procédé, qui ne paraît pas avoir pu tenir concurrence à son devancier, consiste à couper les betteraves en tranches minces afin de les soumettre à une macération, soit par l'eau chaude, soit par l'eau froide (2); il y a eu à ce sujet divers moyens proposés, dont quelques-uns présentaient réellement des particularités remarquables et fort ingénieuses; mais, quoi qu'on ait pu faire, il était impossible d'extraire, d'une quantité donnée de tubercules, un volume de jus égal à celui obtenu par la presse. On a dû alors s'arrêter au système de compression, et perfectionner, par suite, principalement les outils, les instruments ayant pour objet de réduire la pulpe et de presser celle-ci très-fortement.

De toutes les machines connues, c'est le tambour cylindrique à lames

(1) On peut voir le dessin et l'explication d'une telle presse dans le 5e volume, et ceux d'une presse horizontale très-puissante dans le 2e.

(2) Nous avons parlé de l'un des meilleurs systèmes de macération employés, celui de M. de Dombasle, dans le 2e vol.

dentées, qui a donné et donne encore les meilleurs résultats. C'est un appareil fort simple, qui est devenu entièrement manufacturier, en ce qu'on s'est arrangé pour faire avancer la betterave contre le tambour, d'une manière mécanique, au lieu de la pousser à la main. Plusieurs constructeurs ont, à cet effet, proposé et mis à exécution des moyens simples et qui paraissent parfaitement remplir le but. Déjà une amélioration assez importante avait été apportée à ce genre d'appareil; depuis un grand nombre d'années, on avait compris que plus les dentures des lames sont fines et peu saillantes, moins le tambour prend de force pour le mouvoir, plus les tubercules sont divisées, c'est-à-dire plus la pulpe est fine, et par suite, plus elle peut être épuisée ou donner de jus à la presse.

En augmentant d'une part la vitesse du tambour, et de l'autre le nombre de dents des lames, on a diminué la pression ou l'avancement proportionnel des tubercules, de sorte qu'on n'en fait pas moins autant de travail dans le même temps, si ce n'est plus, avec moins de force motrice dépensée, parce que la résistance est moindre dans ce cas que lorsqu'on produit des grosses pulpes avec de fortes dentures et une grande pression.

Nous croyons que c'est M. Cambray, mécanicien à Paris, qui s'occupe plus spécialement de la construction de machines d'agriculture, à qui l'on doit la première application aux râpes des poussoirs ou sabots marchant mécaniquement, sans le secours de la main d'un enfant ou d'une femme, comme on le faisait d'abord et comme on le fait encore dans la plupart des râpes cylindriques à pommes de terre (1). Il nous a dit en avoir établi ainsi depuis 10 à 12 ans.

MM. Derosne et Cail, qui ont monté considérablement de fabriques de sucre, durent nécessairement établir des râpes à poussoirs mécaniques, et ils adoptèrent à ce sujet un système de tambour double, avec quatre sabots ou poussoirs semblables, agissant simultanément afin d'opérer rapidement et avec une grande régularité.

M. Trèsel, de Saint-Quentin, qui construit de bonnes machines à vapeur, et dont nous avons fait connaître l'ingénieux mécanisme de détente variable (tome IV), a aussi, en travaillant également pour les sucreries, imaginé une disposition de poussoirs mécaniques qui paraît donner, comme on le verra plus loin, les résultats les plus satisfaisants.

Nous avons pensé qu'il serait intéressant de faire connaître ces divers systèmes, comme nous donnons, autant que possible, ce que nous trouvons de mieux et de plus récent dans les différentes branches d'industrie. Il est d'autant plus convenable de décrire ces appareils que très-prochainement nous devons publier les plans d'ensemble d'une fabrique de sucre entière; il doit donc être tout naturel, à ceux qui ne connaissent pas cette fabrication, d'étudier les machines et les appareils qui en font partie essentielle. Déjà nous avons traité les chaudières à évaporer et à cuire (tome IV), ainsi que les pompes ou les presses qui peuvent s'y appliquer (tom. II et V),

(1) *Voyez* le système de râpe avec les appareils de féculerie publiés dans le tome 1er.

nous compléterons ce sujet par les autres accessoires et par la disposition d'une usine complète.

DESCRIPTION DE LA RAPE DE M. CAMBRAY,

FIG. 1, 2 ET 3, PL. 17.

Toutes les râpes à mouvement continu consistent, comme on sait, en un tambour A que l'on a fait d'abord en bois, quelquefois en tôle, mais plus particulièrement en fonte, creux, monté sur un axe horizontal B auquel on imprime une rotation rapide, par une poulie C ajustée à l'une de ses extrémités. Dans la machine de M. Cambray, le tambour est en trois pièces, c'est-à-dire composé de deux croisillons à trois branches en fonte, entourés d'une chemise à rebords, mince et cylindrique, avec laquelle ils sont boulonnés (fig. 1 et 3). Comme il importe qu'il tourne parfaitement rond, à cause de la grande vitesse dont il est animé, on comprend qu'il est essentiel que les surfaces soient tournées intérieurement et extérieurement afin de ne pas présenter de faux lourd. Pour cela, nous préférons des disques pleins aux croisillons à jour, parce qu'ils permettent d'arriver à plus d'exactitude.

Sur toute la circonférence du cylindre sont rapportées des lames minces *a* dentelées comme des scies (fig. 4 et 5) et séparées soit par des calles en bois, soit par des calles en fer *b*; on se rappelle que de distance en distance on ménage dans les joues du tambour des mortaises qui permettent d'y introduire des clefs ou coins *c* pour rapprocher et serrer les calles avec les lames. Une table inclinée en fonte D est placée près du tambour pour recevoir les tubercules que des enfants y apportent entières, et qui sont pressées contre la surface par les sabots ou poussoirs E ajustés entre les joues verticales de la table. Ces derniers sont simplement en bois dur, et sont munis chacun d'une platine en fer *d*, dans laquelle on agrafe les crochets des bielles en fer forgé F, qui sont directement assemblées à charnière aux coudes de l'arbre G.

Cet axe reçoit un mouvement de rotation très lent par la grande poulie H qui est commandée par un arbre intermédiaire autre que celui du tambour dont la vitesse est trop grande. On comprend déjà qu'à chaque révolution de l'axe coudé, l'un des poussoirs s'avance contre le tambour pendant que l'autre s'en écarte et réciproquement, ce qui permet de mettre des betteraves sur une partie de la table, pendant que celles qui se trouvent sur la seconde partie sont posées contre les lames de scies et successivement déchirées par leurs dentures. Une joue supérieure *e* recouvre une partie de la table pour empêcher que des tubercules pressées entre les poussoirs et le cylindre ne tendent à se soulever, de même qu'un couvercle en tôle mince ou en cuivre I, recouvre toute la partie apparente de ce tambour, au-dessus du bâtis de fonte J qui le porte, pour éviter des accidents. Des poignées

permettent d'enlever le couvercle à volonté, soit pour visiter le cylindre, soit pour retirer ou remplacer des lames.

DESCRIPTION DE LA RAPE DE MM. DEROSNE ET CAIL,

FIG. 6 ET 7, PL. 17.

Cette râpe est construite d'une manière beaucoup plus solide et plus parfaite que la précédente; elle est aussi destinée à faire notablement plus d'ouvrage et à opérer avec plus de célérité, tout en faisant les pulpes plus fines. Depuis longtemps déjà, M. Payen, professeur de chimie au Conservatoire, a démontré dans ses cours l'utilité d'imprimer aux tambours des râpes une rotation très-rapide, en donnant une très-faible pression pour que les tubercules soient divisées le plus possible. MM. Derosne et Cail ont disposé leurs appareils sur ce principe; et pour parvenir à augmenter considérablement le produit, ils les construisent généralement avec un tambour double en longueur, et quatre sabots ou poussoirs qui marchent successivement et tous par l'action même de la machine, et non par la main de l'homme.

Ces constructeurs se sont arrangés pour que la machine occupât le moins de place possible, tout en réunissant sur le même bâtis les différentes pièces mobiles. Le tambour A est un cylindre en fonte creux, fermé aux deux bases opposées et ayant quatre joues, entre lesquelles sont engagées les lames dentelées et les calles qui les séparent pour les tenir très-fortement serrées. L'arbre de couche B, sur lequel le cylindre est fixé, après avoir été tourné très-exactement en dedans comme en dehors, pour être parfaitement rond, porte à chaque extrémité une poulie semblable C, afin de pouvoir être, au besoin, commandé à la fois des deux côtés. Nous croyons qu'il est généralement bien de faire mouvoir ainsi un tambour à de grandes vitesses par les deux bouts, parce qu'alors il n'y a pas à craindre de vibration, d'effort plus grand vers une base que vers l'autre; il est bon aussi que la commande se fasse par le bas plutôt que par le haut, afin de ne pas fatiguer les chapeaux des coussinets de l'arbre, ni les boulons qui les retiennent. On conçoit que tout le système présente de cette sorte plus d'assise, plus de solidité, et offre beaucoup moins de chance de dérangement.

Les paliers de cet arbre sont fondus avec le bâtis même, qui se compose simplement de deux forts châssis verticaux et parallèles J, assujétis sur une plaque d'assise et se prolongeant sur le devant, du côté des poussoirs D, pour porter ceux-ci et, en même temps, les axes qui les font avancer contre le tambour.

Ces poussoirs sont en fonte, de la forme indiquée sur la coupe transversale (fig. 6), ils portent sur les flancs une petite rainure qui leur permet de glisser parallèlement sur les saillies ménagées à l'intérieur des joues verticales fondues avec le plan incliné E. Des tiges *d*, terminées chacune

par un bouton cylindrique que l'on fait engager dans l'entaille pratiquée à la base de ces poussoirs, les retient au sommet des balanciers oscillants F, auxquels on imprime un mouvement de bascule qui est extrêmement lent dans un sens pour faire avancer les sabots contre le cylindre; mais qui est, au contraire, assez rapide dans le sens opposé pour les faire reculer et permettre de mettre de nouvelles betteraves à la place de celles qui ont été râpées. Ces balanciers sont en fonte et ont leur point d'appui et leur extrémité inférieure sur la plaque d'assise; ils oscillent indépendamment les uns des autres sur l'axe fixe *c*, de sorte qu'ils n'occupent pas la même position: tandis que l'un est à la fin de sa course. un autre est au commencement, et les voisins sont dans des positions intermédiaires. De courtes bielles en fer forgé *f* assemblent ces balanciers, par articulation, avec la tête des leviers à galets G, qui sont également en fonte et mobiles chacun sur un second axe fixe *e*; ces leviers sont munis de galets cylindriques pour recevoir l'action des cames à développante *g* qui tournent avec l'arbre de couche *h*, avec lequel elles sont solidaires; cet arbre remplace, avec avantage, l'arbre coudé G de la machine précédente; il est commandé par la grande poulie H, que l'on met en communication avec le moteur, de manière que sa rotation soit très-lente. La poulie folle H′ permet d'interrompre ce mouvement à volonté.

Il est facile de comprendre que, lorsque l'appareil est en activité, les cames agissant successivement contre les leviers à bascule, auxquels elles correspondent, les poussent lentement de gauche à droite, et, par suite, font marcher les balanciers dans le même sens, ce qui force les poussoirs à s'avancer contre le tambour, et par conséquent, à presser les betteraves contre les lames dentées qui les réduisent alors en pulpe d'autant plus fine que leur vitesse de rotation est plus grande par rapport à l'avancement graduel des sabots. Dès que les cames, qui ne sont prolongées que jusque vers les 3/4 de la circonférence, abandonnent les galets, les balanciers reviennent aussitôt, parce qu'ils sont rappelés par les contre-poids I adaptés aux bras coudés *i*, qui font nécessairement corps avec les leviers à bascule. On voit alors que les poussoirs sont ramenés à leur position primitive beaucoup plus rapidement qu'ils n'ont été poussés contre le cylindre, ce qui donne aux garçons le temps de porter de nouvelles betteraves à l'appareil.

Toute la pulpe tombe, au fur et à mesure qu'elle est produite, sur un plan incliné et de là dans une auge en fonte L d'où on la prend pour la mettre dans des sacs ou des étendelles et la transporter aux presses qui doivent en extraire le jus.

DESCRIPTION DE LA RAPE DE M. TRÈSEL,

REPRÉSENTÉE FIG. 8 ET 9, PL. 17.

Cette râpe se distingue des précédentes en ce que le mouvement des poussoirs est disposé sensiblement au-dessus de l'appareil, afin de ne pas gêner le service; le format de nos planches ne nous a pas permis de des-

siner cette partie du mécanisme à la place qu'il doit occuper, nous en demandons pardon à l'auteur; mais nous avons pensé qu'on excuserait aisément la modification que nous sommes obligé de faire, en reportant le mécanisme vers le sol, au lieu de le placer vers le haut.

Le tambour A de la râpe a une longueur sensiblement plus grande que celle qu'on a l'habitude de donner dans les appareils de ce genre; il est alimenté par deux trémies égales B dans lesquelles on apporte les tubercules que l'on veut réduire en pulpe. Ces trémies sont en fonte et renferment chacune un poussoir C, qui y est ajusté avec soin.

Ces deux poussoirs sont tout à fait indépendants l'un de l'autre, et leur mouvement est de même; ils sont disposés de telle sorte que, lorsque l'un est vers le commencement de sa course, l'autre arrive vers la fin, et réciproquement. Ils sont chacun attachés par articulation à la fourchette qui forme la tête des bielles en fer forgé D; celles-ci ne sont réellement qu'agrafées aux tourillons des poussoirs, de manière qu'on peut aisément les décrocher à la main, lorsqu'on le juge nécessaire, et cela pendant la marche même de la machine, ce qui est un avantage, parce qu'on peut souvent éviter des accidents en empêchant un poussoir de marcher, quand on s'aperçoit, par exemple, qu'une pierre vient se présenter à l'action de la râpe.

Les mêmes bielles sont attachées par leur autre extrémité à la tête des leviers ou balanciers à trois branches E mobiles autour de l'axe fixe *a*. La branche opposée de ces balanciers est munie d'un galet *b* contre lequel vient s'appliquer la circonférence d'une virgule ou came à développante F, dont on voit un détail fig. 10. La branche la plus courte de ces mêmes leviers, celle du milieu, porte un contre-poids *c*, qui a pour objet de tendre constamment à faire appuyer le galet contre la came ou l'excentrique pendant la marche, et de ramener les balanciers à leur position primitive dès que leurs galets sont abandonnés par la courbe des virgules.

L'axe en fer G, sur lequel sont montées les deux développantes, est muni, à l'une de ses extrémités, d'une roue droite dentée H, par laquelle il reçoit un mouvement de rotation très-lent qui n'est pas de plus de six révolutions par minute. Ainsi, chacun des poussoirs ne s'avance contre la circonférence du tambour que six fois pendant que celui-ci tourne avec une vitesse qui, comme on le sait, peut s'élever de 800 à 900 tours par minute, et quelquefois plus. Cette marche extrêmement lente des poussoirs est très-favorable au travail de la machine, en ce qu'on obtient des pulpes extrêmement fines, et par suite, plus de rendement en jus lorsqu'il s'agit de betteraves, ou plus de fécule lorsqu'il s'agit de pommes de terre.

Le mouvement est transmis à la roue H par le pignon I, qui est monté sur l'axe intermédiaire J, lequel porte les poulies K. On comprend sans peine que par les rapports établis entre les diamètres des poulies, on arrive à faire marcher le tambour de la râpe avec une grande vitesse, pendant que les poussoirs marchent au contraire très-lentement.

PRODUIT DE CE SYSTÈME DE RAPE.

Pour reconnaître les effets que produit une telle râpe ainsi disposée, nous sommes très-aise de mentionner ici les résultats obtenus sur le premier appareil de ce genre, que M. Trèsel a construit, comme essai, dans une sucrerie, près de son établissement à Saint-Quentin:

On met dans chaque trémie 4 kilog. de betteraves; soit pour les deux 8 kilog. par chaque révolution de l'arbre des cames, et comme celles-ci ont six révolutions par minute, il en résulte qu'on les charge chacune six fois dans ce même temps, soit.............................. 48 kil.

Donc par heure le chargement total est de.............. 2,880 kil.

Et comme le travail effectif de la journée est ordinairement de 22 heures, il est donc de 2,880×22.................. 63,360 kil.

Les betteraves soumises à une telle machine fournissent en jus 80 pour cent de la pulpe obtenue généralement, par conséquent, le rendement est de... 50,688 litres.

Comme on ajoute 15 pour cent en eau, soit........... 7,503

On a pour la défécation............................ 58,191 litres.

Ou en nombre rond : 582 hectolitres.

Et comme on obtient un boni d'environ 3 pour cent de jus, ou 17,46 hectolitres, on a en réalité à très peu près 600 hectolitres par jour; tandis que dans les râpes anciennes on obtient à peine un peu plus de la moitié de ce chiffre par 22 heures de travail de jour et de nuit.

Une telle différence dans les résultats permet de penser que ce système perfectionné offre de grands avantages pour les sucreries de betteraves, par l'économie de main-d'œuvre et de temps, comme par la plus grande quantité de produit et la célérité du travail.

Par une disposition fort simple, que M. Trèsel se propose d'ajouter à cet appareil, il compte alimenter les deux trémies mécaniquement, c'est-à-dire qu'à chaque mouvement de retour du poussoir, chacune des trémies recevra une quantité déterminée de betteraves, soit à l'aide d'un réservoir supérieur, dont une trappe s'ouvrirait à chaque révolution des cames, soit à l'aide d'un élévateur, dont le mouvement serait également dépendant de celui de l'arbre des excentriques ou des poussoirs, et qui viendrait verser dans chaque trémie.

RAPE DE M. DEWILDE,

REPRÉSENTÉE FIG. 11 ET 12, PL. 17.

M. Dewilde, qui était mécanicien à Arras, a aussi construit des râpes à betteraves et quelques-unes avec des poussoirs mécaniques. Son système

[illegible] ... fig. 13.

PROCÉDÉ PROPRE À OUATER TOUTE ESPÈCE D'ÉTOFFE

OU TISSU UNI OU VARIÉ, BREVETÉ AU NOM DE M. DUFOUR.

Tout le monde sait que depuis longtemps il se fait, à la main, des étoffes ou tissus ouatés qui, par suite de la manutention, reviennent à un prix fort élevé, lorsqu'on les livre à la consommation.

Le métier à la Jacquart offre, à cet effet, beaucoup plus de ressources qu'on ne le pense généralement, car il permet de fabriquer des produits auxquels on n'a peut-être jamais songé jusqu'ici. Ainsi, c'est avec ce métier mécanique que M. Dufour opère pour ouater par le procédé qu'il a breveté, et avec un tire double maillon qu'il place sur un métier ordinaire à tisser; et il parvient à faire deux tissus, en les ouatant et les attachant ensemble, de manière à ne former qu'une seule et même étoffe.

Il fabrique également cette étoffe sans la mécanique Jacquart, en se servant alors de harnais composés de lames, comme on le fait quelquefois dans les fabriques de tissage pour certains produits.

Pour faire ces deux tissus renfermés de ouates, il n'emploie qu'une seule chaîne et par suite une seule ensouple. Il a deux navettes, et par conséquent deux trames, dont l'une sert à la confection des deux tissus qui renferment la ouate, et l'autre sert à introduire cette ouate.

L'auteur n'a rien changé au montage du métier en général, tout le procédé, toute l'invention proprement dite consiste dans la manière de faire dessiner, lire et piquer les cartons qui doivent servir à faire fonctionner la machine Jacquart.

Voici, à ce sujet, quelques exemples qu'il suffira de lire, au moins pour les personnes habituées au tissage, pour comprendre le système.

Prendre du papier disposé à mettre les dessins en carte (on sait que ce papier [illegible]

[illegible]

4e COURSE : Pointer deux d'abord, en laisser un, pointer trois, en laisser un, puis pointer trois, et ainsi de suite.

Ces deux dernières courses sont destinées à faire le tissu de dessous.

Ces quatre courses, outre qu'elles forment ainsi deux tissus, parviennent encore à les coudre ensemble, en prenant et laissant des fils de chaîne en plus ou moins grand nombre, aux endroits marqués sur la carte.

5e COURSE : Pointer un carré, en laisser un, soit, par conséquent, de un en un. Cette cinquième course est destinée à ouvrir les deux tissus pour y introduire la ouate.

On peut, à cette dernière course, laisser plus ou moins de fils destinés à faire voir en forme de dessins une portion de la matière qui sert de ouatage. On peut également faire sur le ouatage même des dessins brochés ordinaires, soit en trame, soit en chaîne; il suffit pour cela de mettre le dessin en carte sur la partie de la chaîne qui doit former l'endroit des tissus.

En résumé, en plaçant sur un métier ordinaire à tisser, soit la machine Jacquart, soit des harnais, soit toute autre mécanique propre à tisser, on fabrique en même temps deux tissus par des moyens connus. Mais pour *ouater*, on ouvre ces tissus en employant également des moyens en usage dans le tissage, et on introduit alors entre eux une *trame* ou substance quelconque qui peut être, soit de la ouate ordinaire, soit du coton, du lin, du chanvre, de la laine, de la soie ou de la bourre de soie. Pour réunir les deux tissus qui doivent renfermer cette sorte de trame qui sert à ouater, on les attache naturellement sur le métier comme à l'ordinaire.

Cette même trame peut aussi servir à attacher les deux tissus en les faisant ressortir de manière à présenter à l'extérieur une espèce de dessin régulier. Pour cela il suffit de prendre ou de laisser des fils de chaînes aux endroits mêmes où l'on désire qu'elle ressorte, ce qui peut également avoir lieu par un moyen quelconque.

Cette trame s'introduit aisément entre les deux tissus malgré la couture qui se fait en même temps pour attacher ces deux tissus, par cela même qu'elle est douce et flexible.

COLLAGE DES BOIS.

M. Tachet est l'inventeur d'un procédé breveté en 1845 pour coller le bois, afin d'en former des planches, des panneaux, des feuillets, non susceptibles de se déformer. Ces procédés qui sont réellement remarquables, par leurs bons résultats, consistent à saupoudrer les feuilles de bois de poudre de gomme laque, et de faire fondre celle-ci par une forte chaleur, transmise à travers l'épaisseur du bois, et par une forte pression, le bois ayant été préalablement chauffé à une température de 60°.

Plusieurs feuilles ainsi superposées et collées, après être disposées de manière que les fibres du bois se croisent, forment des panneaux qui ne travaillent plus quelle que soit la température à laquelle ils sont soumis. Pour les peintures, pour les décorations, pour les meubles, les planchettes à dessins, etc, des panneaux ainsi préparés seront d'une très-heureuse application.



MACHINES A PEIGNER LA LAINE.

PROCÉDÉ MÉCANIQUE

PROPRE A GARNIR OU CHARGER LES MACHINES A PEIGNER LA LAINE.

Par MM. SEILLIÈRE et Ce,

MANUFACTURIERS A SCHIRMECK (VOSGES).

(PLANCHE 18.)

Nous avons publié avec détails, dans le troisième volume de ce recueil, le système de peigneuse circulaire de M. Collier, en ajoutant les modifications qui ont été apportées par des manufacturiers habiles.

Nous avons alors cherché à faire voir quelle était l'importance de ces machines pour le peignage de la laine. Et cependant, malgré le bon effet qu'elles remplissent, malgré le travail qu'elles font, il ne paraît pas qu'on veuille s'arrêter à ce système, à en juger au moins par le grand nombre d'essais de tout genre dont on s'occupe de plus en plus, surtout depuis que le brevet primitif de M. Godard, cédé à M. Collier, est dans le domaine public.

Plusieurs nouveaux brevets ont été pris depuis que nous avons donné l'historique de ces machines; nous croyons devoir en publier quelques-uns, surtout ceux qui ont fait sensation parmi les filateurs et les constructeurs qui s'occupent de cette intéressante question. Cependant, malgré les recherches nombreuses, malgré tous les projets qui ont été présentés, il ne paraît pas que jusqu'ici, on se soit positivement arrêté à un système définitif; mais on ne se désespère pas, les plus persévérants cherchent encore, et nous ne doutons pas qu'on arrivera bientôt à la solution la plus satisfaisante.

MM. Seillière et comp., qui possèdent une filature de laine peignée très-importante à Schirmeck dans les Vosges, ont compris mieux que personne l'utilité d'ajouter à ces peigneuses un perfectionnement notable, celui de *garnir* ou de *charger* les peignes circulaires de la quantité de laine néces-

saire à chaque passage, par un procédé mécanique simple, opérant régulièrement et avec célérité; jusque-là ce travail a été effectué à la main, ce sont des enfants qui en étaient chargés. Devant agir avec une grande rapidité, ces enfants ne peuvent nécessairement apporter à cette opération les soins et la régularité qu'on obtient d'une machine, lorsque celle-ci est bien entendue. Ces honorables manufacturiers ont pris, à cet effet, un brevet d'invention de 15 ans, le 8 décembre 1845. Ils s'étaient fait breveter antérieurement, le 5 octobre 1844, pour des perfectionnements dans le peignage des laines.

L'appareil de MM. Seillière et comp. consiste en une paire de cylindres cannelés, que l'on met à volonté en communication avec la denture du peigne circulaire, et qui sont animés de trois sortes de mouvements, savoir:

1° Un mouvement de rotation continue sur eux-mêmes, qui sert à délivrer la laine;

2° Un mouvement de translation qui a pour objet d'engager celle-ci dans les aiguilles;

Et 3° un mouvement tangentiel aux broches de la peigneuse, ayant pour but de maintenir ces cylindres dans un plan sensiblement parallèle, à un plan tangent à la surface cylindrique formée par ces aiguilles, et par suite, de déterminer la place que la laine doit occuper dans les peignes.

Ce mécanisme est représenté en élévation latérale sur la fig. 1, pl. 18, du côté de la pointe des aiguilles de la peigneuse; celle-ci n'a pu être indiquée sur ce dessin que suivant une portion de cercle A, mais on peut se reporter aux planches 24 et 25 du tome III, en remarquant qu'il est ici appliqué à une peigneuse de petite dimension, et dont nous avons indiqué une portion du bâtis B.

La fig. 2 est un fragment de plan fait parallèlement à la ligne 1-2 de la fig. 1, et la fig. 3, une portion de vue de côté sur la ligne 3-4.

On voit bien sur ces figures la paire de cylindres cannelés C C′ dont l'un seulement reçoit son mouvement de rotation du moteur par des engrenages, et l'autre tourne par le contact, entraîné par le premier, pour conduire la laine qui passe entre eux vers les aiguilles *a* de la peigneuse circulaire. Les tourillons de ces cylindres sont retenus dans des supports mobiles D qui peuvent être avancés ou reculés par rapport à la circonférence du cercle A avec la traverse de fonte E, appelée porte-cylindres, et qui forme entonnoir vers son milieu pour servir de guide à la mèche ou à la nappe de laine.

Une tringle inclinée F, adaptée par articulation à la traverse et glissant dans la douille mobile G, qui peut osciller sur elle-même, sert à imprimer aux supports, et par suite, aux cylindres, le mouvement de va et vient dont nous avons parlé, lorsqu'il est nécessaire, c'est-à-dire lorsqu'on fait tourner la manivelle *b*.

Des espèces de bras excentriques H, formant d'un côté contre-poids, soutiennent de l'autre les bouts des cylindres et sont solidaires avec les

petites roues droites dentées I et I′, lesquelles sont commandées par deux autres roues semblables J J′, montées toutes deux sur le même axe K afin de recevoir le même mouvement. Cet axe, qui est supporté par les deux coussinets L, rapportés au bâtis B′ de la chargeuse, lequel se relie à celui de la peigneuse, est mis en activité par la paire de roues d'angle P P′ et l'arbre moteur Q. Cette rotation est transmise aux cylindres par les trois petits engrenages M, N et O (fig. 1); c'est par ce mouvement que, comme nous l'avons dit, la laine que l'on fait passer entre le cylindre est attirée par eux et conduite aux aiguilles du peigne circulaire.

Mais, pour qu'elle y pénètre, pour qu'elle s'y engage assez profondément, comme le feraient les mains de l'ouvrier, il est utile d'imprimer en même temps à ces cylindres un mouvement de translation ou de va et vient, tout en les maintenant dans un plan tangent à la surface des aiguilles de la peigneuse, ce qui a lieu par la bielle F, la manivelle *b*, et à l'aide de la roue droite *c* et de l'intermédiaire *d* qui engrène avec la première roue I.

L'arbre moteur porte à l'une de ses extrémités les poulies R commandées par l'arbre de couche même qui fait marcher la machine; il tourne dans les coussinets des supports S, qui se relient avec le bâtis. Outre la roue d'angle P′, il porte aussi une vis sans fin qui engrène avec une roue *e* dentée en hélice et ajustée libre sur un petit arbre vertical pour tourner avec la roue d'angle *f* qui est sur la même douille. Cette dernière roue commande celle *f′* rapportée vers le bord de l'axe incliné et oscillatoire *g*, dont l'autre extrémité est munie du pignon denté *h*, que l'on fait à volonté engrener avec la crémaillère circulaire rapportée par segments sur la circonférence extérieure de la peigneuse, comme nous l'avons vu sur les dessins pl. 24 et 25, tome III.

L'embrayage ou le débrayage s'effectue au moyen d'une *détente* composée de l'équerre en fer T, qui est mobile autour d'un point fixe, et dont le sommet de la branche verticale est adapté par articulation à la tringle *j*, terminée par une poignée à encoche *i*, et portant un goujon *i′* sur lequel retombe une mannette *l* (fig. 1) que l'on manœuvre à la main. Par cette disposition, on met constamment en rapport les cylindres de la chargeuse avec les aiguilles de la peigneuse, et on fait changer celle-ci de place au fur et à mesure que la laine est engagée dans les broches.

PEIGNEUSE MÉCANIQUE

DE MM. POUPILLIER ET Cᵉ, A PARIS. FIG. 8 A 12, PL. 18.

D'habiles peigneurs de laines de Paris, MM. Poupillier et Cᵉ., se firent breveter, d'abord pour cinq ans, le 27 mars 1844, pour un système de *peigneuse*, *briffandeuse* et *batteuse*, dont les résultats sont de disposer la laine pour le peignage en général; puis pour quinze ans, le 8 février 1845, pour la nouvelle machine à peigner qu'ils nomment *peigneuse sans blousse*, et que nous avons représentée en coupe verticale fig. 8, et en section longitudinale fig. 9.

Les parties essentielles de cette machine se composent :

1° D'un double cylindre creux garni extérieurement de pointes ou d'aiguilles, et mobiles sur des tourillons qui donnent entrée et sortie à la vapeur que l'on fait circuler sur toute la surface annulaire comprise entre les deux cylindres ;

2° De six cylindres alimentaires garnis de pointes en acier qui amènent la laine sur le grand cylindre peigneur où elle s'enroule ;

3° D'un système mobile placé du côté opposé aux cylindres précédents et formé d'une part d'un rouleau cannelé et de son rouleau de pression, puis de deux rouleaux attireurs entre lesquels la laine passe en sortant étirée de la machine.

Il est très-facile de comprendre, à l'aide des figures, la construction de cette peigneuse. On voit d'abord que, comme dans une carde ordinaire, la laine est étendue par des enfants sur une table à étaler A, sur laquelle se promène une toile sans fin qui la conduit aux cylindres alimentaires B B'; ceux-ci sont déjà des espèces de petits peignes cylindriques formés chacun d'une douille en cuivre montée sur un axe en fer et garnie, comme nous venons de le dire, de pointes d'acier qui s'emparent de la laine venant de la table et l'amènent au gros tambour C, dont la rotation est considérablement plus rapide que la leur.

Ce tambour, qui forme le peigneur proprement dit, se compose de deux disques de fonte verticaux et parallèles, réunis par des entretoises en fer *a*, et recevant vers leur circonférence deux grandes douilles cylindriques minces *b* et *b'*, dont une, celle extérieure, est recouverte d'une chemise ou enveloppe en cuivre garnie, sur toute sa superficie, de pointes ou d'aiguilles inclinées, et l'autre intérieure laisse un intervalle libre dans lequel la vapeur venant d'un générateur peut circuler facilement en s'y distribuant par les petits tubes *f*, et chauffer, par suite, au degré convenable toute la surface du peigne. La vapeur arrive dans cet intérieur par l'un des tourillons creux *d*, qui sont fondus avec leur plateau respectif, et sort par l'autre *d'*. Les tuyaux *e e'*, qui amènent la vapeur dans le cylindre, et lui donnent issue après qu'elle a produit son action, sont assemblés dans des stuffingbox qui garnissent l'extrémité des tourillons et ne les empêchent pas de tourner dans leurs coussinets.

La rotation de ce grand tambour est communiquée par la poulie D et interrompue par la poulie D'. Elle se transmet, mais plus lentement, au moyen de deux paires de roues d'angle et d'un arbre latéral à l'axe de l'un des premiers cylindres alimentaires, d'où elle se communique successivement à chacun des autres par une suite de pignons droits *e* (fig. 10) d'égal diamètre.

Au-dessous du tambour sont deux brosses cylindriques E E', parallèles et garnies de crin, qui lèchent la surface des aiguilles et détachent, en tournant librement sur elles-mêmes, la poussière et autres ordures qui se dégagent pendant le peignage. Contre la partie du tambour diamé-

tralement opposée aux cylindres alimentaires, est placé le rouleau cannelé en fer F, qui est surmonté d'un rouleau de pression en bois G, commandé par une petite poulie spéciale. Ces rouleaux ont pour objet d'enlever la laine en nappe des aiguilles du tambour lorsque celui-ci est garni et qu'ils sont rapprochés de sa surface, comme nous le supposons sur le dessin. Ils sont précédés de deux autres rouleaux cylindriques attireurs H H′ en bois qui tirent la nappe et la conduisent au dehors de la machine.

Les axes de ces quatre rouleaux sont portés par les supports à coulisse en fonte I (fig. 11 et 12), qui sont ajustés sur les coulisseaux du bâtis J, de manière à pouvoir se rapprocher ou s'écarter du tambour. Les rouleaux inférieurs se communiquent le mouvement par les petits pignons *i* et *i′* et l'intermédiaire ; le premier engrène avec une grande roue droite dentée *j*, qui est rapportée à la circonférence extérieure de l'une des bases de la peigneuse ; il est lui-même commandé par un autre pignon semblable monté sur l'axe de la petite poulie à gorge *g*, qui reçoit son mouvement non pas de l'axe du tambour, mais de l'arbre de couche même, qui fait mouvoir celui-ci, afin que les mouvements du rouleau cannelé et du cylindre peigneur soient tout à fait indépendants, tout ayant lieu en sens contraire.

TRAVAIL DE LA MACHINE.

La laine brute étendue sur la toile sans fin vient s'engager dans les six cylindres alimentaires dont les rangs de pointes sont divisés, conformément aux engrenages qui les commandent, de sorte qu'elles se marient ou s'engrènent les unes dans les autres et retiennent la matière, en évitant toute pression nuisible au travail.

Pendant tout le temps qu'on charge le cylindre peigneur, les supports à coulisse sont tenus éloignés, de telle sorte que les rouleaux occupent la position indiquée en ponction sur la coupe fig. 8 ; mais quand ce cylindre est suffisamment garni de laine, on débraye la poulie motrice D et on embraye la petite poulie à gorge *g*, et on pousse les supports à coulisse jusqu'à ce que le pignon denté *i* du cannelé engrène avec la roue *j* du peigneur. Dans cette position, la roue d'angle *l*, montée sur l'un des tourillons du grand tambour, se trouve engrenée avec la roue semblable *l′* de l'axe incliné *k* ; tout le système étant alors commandé par la petite poulie *g* et les cylindres tournant en sens contraire, la laine qui recouvre le pignon se dégage de ses aiguilles pour passer entre les rouleaux, d'où elle sort, comme nous l'avons dit, en nappe entièrement étirée.

Les auteurs de cette machine font remarquer que, par leur disposition, la laine se présente insensiblement et sans fatigue à l'action du cylindre peigneur qui, dans son mouvement de rotation rapide et par l'inclinaison à droite de ses pointes, démêle la mèche sans briser ni énerver les filaments ; ce n'est que lorsque l'extrémité de ceux-ci vient à se dégager de

cylindres alimentaires entre lesquels ils tiennent jusqu'à ce que le travail soit effectué, qu'ils se détachent sur le cylindre peigneur chauffé par la vapeur.

« Ainsi, disent MM. Poupillier et comp., les aiguilles du cylindre pei-
« gneur passant dans la mèche mille fois et plus, avant que cette mèche ne
« s'abandonne par filaments sur ledit cylindre, il est constant que la laine
« est fixée dans sa longueur, et la vapeur aide essentiellement à la disposer
« et à la maintenir dans cet état. »

Par suite de cette explication, on s'aperçoit déjà que la mèche ayant été divisée à l'infini et les filaments allongés, quel que soit leur plus ou moins de longueur sur le cylindre peigneur, ne laissera aucune résistance à l'étirage pour tirer le trait qui se fera sans *blousse;* tandis que par les systèmes dans lesquels la laine est peignée et repeignée plusieurs fois, on a à chaque opération une quantité de blousses nouvelles, ce qui démontre que celle-ci n'est autre qu'un résidu produit par le travail d'instruments ou d'appareils imparfaits.

Les inventeurs ajoutent, dans leur mémoire, qu'avec leur machine le travail surpasse le peignage à la main, parce que d'abord la laine est amenée, sans être fatiguée, à se placer d'elle-même et sur toute sa longueur dans les aiguilles, et que les filaments fins et courts qui font la blousse, dans le peignage manuel comme dans le peignage mécanique ordinaire, viennent au contraire augmenter la force et la finesse de leur peigné, ce qui avantage beaucoup le filateur pour obtenir le numéro voulu.

DRESSEUSE ET PEIGNEUSE MÉCANIQUE

DE MM. PATURLE-LUPIN, SEYDOUX ET SIEBER, REPRÉSENTÉE FIG. 4 A 6, PL. 18.

Le système pour lequel ces manufacturiers, bien connus dans l'industrie des laines peignées, se sont fait breveter le 22 avril 1845, consiste, d'une part, dans une *dresseuse* ou machine préparatoire destinée à dresser la laine avant de la peigner, et à empêcher que les peignes ne se rompent; et de l'autre, dans la peigneuse proprement dite.

Dans la première, représentée en élévation et en plan (fig. 4 et 5), la laine arrive au tambour A par la toile sans fin B et les rouleaux alimentaires C. Le tambour garni de rubans de cardes à aiguilles droites, très-fortes et sans crochets, entraîne la laine jusqu'à la brosse D, qui, en tournant en sens contraire, l'engage dans les aiguilles et en forme une nappe continue. Après qu'il est ainsi chargé, on fait passer un bout de la nappe entre les deux rouleaux de sortie E pour la dégager, et on répète cette opération trois ou quatre fois, selon la qualité de la laine et la grosseur des aiguilles, en ayant le soin de la dégraisser avant la dernière opération. Les mouvements de ces divers organes ont lieu par des poulies et des engrenages comme dans les cardes.

On fait ensuite passer les nappes par un étirage ordinaire pour en faire

des rubans unis, puis on soumet ceux-ci à la machine à peigner, représentée de face sur la fig. 6.

Dans cette machine les rubans de laine arrivent aux peignes A au moyen de la toile sans fin E et des rouleaux d'appel F. Ces peignes sont fixés à égale distance sur le tambour en fonte B par des vis de pression, afin de pouvoir les démonter facilement; au nombre de quatre ou cinq, ils traversent en tournant les contre-peignes fixes C et se chargent de laine; c'est alors qu'on les fait passer sur une boîte à vapeur pour les chauffer très-légèrement. Des engrenages droits mettent le tambour et les rouleaux en mouvement dans des rapports de vitesse convenable.

Ainsi chargés, chauffés et humectés, les peignes A sont réunis et fixés sur une crémaillère verticale D de l'*étireuse*, représentée de côté sur la fig. 7. Cette crémaillère, dans le mouvement descensionnel qui lui est imprimé par un petit pignon droit *a*, étire les filaments de laine pour en former des rubans prêts à passer au métier. Cet appareil est, comme les précédents, alimenté par des cylindres cannelés qui amènent la laine sur les peignes pendant que des rouleaux G la dégagent et la conduisent au dehors.

PEIGNEUSES MÉCANIQUES,

De M. CRIGNON, filateur à Amiens,

De M. PARKURST, Ingénieur à New-York,

De M. BERNIER-THIBOUST, Peigneur à Saint-Denis,

De M. SAULNIER aîné, Ingénieur-Mécanicien, à Paris, etc.

Dans la même année 1845, plusieurs autres brevets d'invention ont été demandés pour des machines à peigner la laine; sans entrer dans de grands détails à leur égard, nous croyons qu'il convient de les mentionner, afin de faire voir au moins sur quels principes elles reposent, et les particularités qu'elles présentent. C'est un sujet qui intéresse un trop grand nombre de fabricants et de constructeurs, pour que nous ne cherchions pas à faire connaître les inventions et les projets auxquels il a donné lieu.

Peigneuse Crignon. — Ce filateur, qui s'est fait breveter deux fois pour quinze ans, le 21 octobre 1845 et le 13 octobre 1846, a surtout eu pour objet, dans ses recherches, d'améliorer les peigneuses Collier pour remédier à deux des principaux inconvénients qu'il leur reproche, savoir: 1° de casser la laine, et 2° de faire beaucoup de *blousses*. A cet effet, il a proposé les modifications et additions suivantes :

1° Un *tambour distributeur* destiné à remplacer l'ouvrier qui alimente habituellement la peigneuse, et qui se compose de quatre compartiments égaux, ouverts à l'extérieur pour communiquer chacun avec deux rouleaux d'appel;

2° Une *brosse cylindrique* placée entre l'étirage et le tambour pour enlever successivement les blousses;

3° Deux *fers circulaires*, dont un fixe et l'autre mobile, servant à empêcher, le premier que la laine ne se mette au fond des aiguilles, et le second qu'elle ne quitte ces mêmes aiguilles; celui-ci est mobile, afin de céder à la couche de laine qui s'agrandit à chaque révolution de la roue peigneuse;

4° Un *galet en bois* placé au point le plus bas de la peigneuse, suivant l'obliquité des aiguilles, pour empêcher la laine de se mettre au fond;

5° Une *aiguille mobile* qui a pour épaisseur la largeur de la jante de la roue, afin de consolider les broches sur les peigneuses;

6° Enfin une *came* propre à remplacer le battage à la main, et qui, à cet effet, renvoie la roue mobile à chaque peigne, après que cette roue a été appelée vers la roue fixe par un fort contrepoids.

Peigneuse Parkurst. — Cette machine pour laquelle l'auteur a pris un brevet de quatorze ans, le 23 octobre 1845, diffère essentiellement des précédentes, en ce que l'auteur n'emploie pas de tambours ou de roues garnies de broches ou d'aiguilles, mais des cylindres cannelés à l'extérieur et sur toute leur surface suivant des dents d'une forme particulière. Ainsi son système consiste en deux tambours superposés, dont l'un, celui inférieur, est garni à sa circonférence de grosses dents angulaires parallèles à l'axe comme celles d'une roue à rochet ordinaire, mais ayant peu de profondeur par rapport à leur écartement, et arrondies dans le fond; l'autre, qui est au-dessus et d'un diamètre moitié plus petit, est formé extérieurement d'une suite de dentures obliques ou fortement inclinées en hélice, et frotte superficiellement l'arête saillante des premières.

La laine préalablement étendue sur une toile sans fin et amenée par des cylindres alimentaires au premier tambour, est entraînée successivement par les dents de celui-ci vers celles du tambour supérieur, qui la fait pénétrer dans les premières, en dégageant les ordures ou corps étrangers dont une partie, la plus légère et la plus fine, passe à travers une grille, et l'autre est projetée dans une boîte ou caisse fermée.

Les filaments propres de la laine, engagés dans les dents du grand tambour, continuant à tourner avec celui-ci, en sont détachés plus loin par une brosse cylindrique à crin, qui les couche très-rapidement.

Peigneuse Bernier Thiboust. — L'auteur, breveté pour quinze ans depuis le 15 novembre 1845, a eu principalement pour but de modifier le système de chauffage des peignes à la main, tout en appliquant ces peignes sur une roue circulaire comme celle d'une peigneuse Collier. Il a disposé pour cela, autour d'un arbre à pans, un croisillon à plusieurs branches

aux extrémités duquel il agrafe des peignes à manche, de manière qu'ils puissent être démontés facilement. La vapeur arrive par l'un des bouts de l'arbre et se distribue par plusieurs petits tubes dans les parties creuses des branches du croisillon, afin de chauffer les peignes qui y sont appliqués; puis elle sort, conduite par d'autres tubes semblables, à l'autre bout de l'arbre. L'inventeur dit que six ouvriers peuvent continuellement travailler à cette machine, savoir : les chargeurs, les déchargeurs, les dégrossisseurs et le maître peigneur.

Lorsque les peignes sont ainsi chauffés et chargés de laine, on les transporte sur la jante creuse d'une roue circulaire dont les bras sont également creux, pour la circulation de la vapeur. Cette roue est commandée par le mécanisme d'étirage qui n'a rien de particulier par rapport à ce qui existe; à mesure qu'elle tourne, la laine est étirée par les cylindres cannelés et formée en rubans.

Peigneuse Saulnier. — Ce constructeur (1), à qui l'industrie doit plusieurs inventions remarquables, a cherché à imiter le peignage à la main par un procédé mécanique, en s'écartant complétement de tout ce qui s'était fait jusqu'alors. Il a cru devoir, à cet effet, opérer à l'aide de plusieurs machines distinctes qui remplissent chacune une fonction particulière, ce sont : 1° la machine à charger les peignes; 2° la peigneuse proprement dite ou machine à tirer les traits; 3° le banc à réchauffer; 4° la machine rotative pour les laines longues.

Il serait difficile de faire comprendre ces appareils sans le secours de figures spéciales; mais comme il ne paraît pas que jusqu'ici l'auteur en ait fait des applications dans quelque établissement, nous pensons qu'il est convenable d'en attendre les résultats avant d'en donner les dessins et une description suffisamment explicite.

Nous croyons devoir rappeler que nous avons mentionné, en dehors des inventions déjà citées dans la notice historique de notre troisième volume, les divers brevets pris jusqu'en 1843 pour le peignage de la laine. Pour compléter cet article, nous n'avons qu'à ajouter à ce qui précède, et seulement comme mémoire, les brevets récents qui suivent :

(1844). 1° Brevet d'addition au brevet de 1843. Perfectionnements ajoutés aux machines propres à peigner la laine, par M. Lister, de Londres.

(1844). 2° Brevet de cinq ans. Appareil additionnel propre à retironner la laine sur les peigneuses Collier, par M. Pratviel, filateur.

(1845). 3° Brevet de quinze ans. Perfectionnement dans le peignage des laines, par MM. Seillière, Heywood et Ce, manufacturiers, à Schirmeck.

(1845). 4° Brevet d'addition au brevet de 1840. Perfectionnements aux machines à peigner la laine, nouveau mécanisme pour dédosser l'inté-

(1) M. Saulnier aîné s'est fait breveter pour son système de peignage mécanique le 31 octobre 1844; son brevet a été demandé sous l'empire de l'ancienne loi relative aux brevets d'invention.

rieur des roues peigneuses, et pour retirer le ruban sur les roues après le peignage, par madame veuve Collier à Paris.

(1845). 5° Brevet de quinze ans. Machine à peigner la laine, par M. Lefurme, mécanicien à Paris.

(1845). 6° Brevet de dix ans. Peigne mécanique, par M. Houillon à Gauchin-Legal.

(1845). 7° Brevet de quinze ans. Peigne mobile destiné au peignage de toute espèce de laine, par M. Vendrand à Crépy.

(1846). 8° Brevet de quinze ans. Perfectionnements dans les machines à peigner la laine, sans blousse, par M. Cretenier de Rheims; nous reviendrons sur ce système dès qu'il aura produit les résultats que l'on en espère.

(1846). 9° Brevet de cinq ans. Système de peignage des laines, par MM. Darbour, mécanicien, et Crepel, filateur.

(1847). 10° Brevet de quinze ans. Machine à préparer la laine et autres matières qui doivent être chargées mécaniquement sur les peigneuses, par MM. Scillière et Scheidecker, manufacturiers à Schirmeck.

NOTICE SUR LES MACHINES A HACHER LA VIANDE, LES HERBES ET LES LÉGUMES.

Les machines à hacher la viande sont devenues d'une application assez importante, si on en juge par le nombre des brevets qui ont été demandés et délivrés pour ce sujet, depuis quelques années. Le premier privilége accordé en France, date de 1839; les autres le suivent, pour ainsi dire, d'année en année; mais ce ne sont véritablement que les derniers appareils proposés en 1846 et 1847, qui paraissent produire les résultats que l'on a cherché à atteindre.

Le principe des premières machines a quelque analogie avec de certains hache-pailles, à lames droites et parallèles, à mouvement alternatif; d'autres ont été faites avec des lames circulaires, à mouvement continu; mais probablement que l'on a reconnu que ces sortes de machines ne hachaient pas assez fin, ni assez rapidement, car on n'en voit aucun emploi chez les fabricants qui sont susceptibles de s'en servir.

Un mécanicien de Paris, M. Foulquié, qui s'est fait doublement breveter en 1841 et en 1842, pour un hachoir rotatif, a eu l'idée de disposer une lame cylindrique sur un axe horizontal, et tranchant par la base circulaire, sur laquelle sont rapportées d'autres petites lames droites qui coupent perpendiculairement les parties séparées par la première. Les substances jetées sur une grille placée au-dessus descendent, au fur et à mesure qu'elles sont tranchées et réduites en petits prismes, ou parallélipipèdes, dans une trémie située au-dessous. Cet appareil est publié dans le tome LXII des Brevets expirés.

MM. Georges et Leclerc, qui ont pris brevet en 1842, ont imaginé une lame horizontale, excentrique, montée sur un arbre vertical, et armée sur sa superficie d'un certain nombre de couteaux, de faible longueur, et de forme circulaire. La matière tombant d'une trémie dans une ouverture réglée par un registre horizon-

tal, est tranchée au fur et à mesure qu'elle descend, par la rencontre des lames avec la base de l'orifice; puis elle est reçue, toute réduite, dans un vase inférieur. Ce brevet, demandé pour cinq ans, a été déchu en 1845, et publié dans le tome LVII.

Quelques mois après, les inventeurs précédents, M. Renard, de Paris, se faisait aussi breveter pour un hachoir dont la disposition est tout à fait différente de celles qui l'ont précédée. Son système consiste en un couteau vertical, mais marchant sur une ligne horizontale, et ayant en quelque sorte la forme d'une langue de carpe, armée sur ses deux faces opposées de petites lames tranchantes, horizontales, ayant le même mouvement que le couteau principal, c'est-à-dire rectiligne alternatif.

M. Renard observe, dans le Mémoire descriptif qui accompagne son brevet, « que les différents hachoirs exécutés jusqu'à lui ont présenté des inconvénients, « principalement pour leur application à la viande, et qui ont fait renoncer à leur « emploi. Les uns offraient une complication de construction qui en élevait le « prix, d'autres broyaient la viande au lieu de la hacher, ou bien ne la coupaient « qu'en tranches au lieu de la couper en deux sens; pour ceux qui la coupaient de « cette dernière manière, ce n'était point instantanément que cette double action « avait lieu, et soit par l'emploi de couteaux circulaires, soit par l'emploi de cou- « teaux verticaux, la viande restait en partie entre les lames, ou bien elle s'y trou- « vait broyée, ou bien encore, l'amas de viande qui se formait, soit parmi les lames, « soit entre elles et les pièces dans lesquelles elles manœuvraient, paralysait la « machine dans ses fonctions, en la rendant difficile à marcher, en altérant les « couteaux, enfin, en détériorant la machine par l'absence de régularité de son « action... »

On voit, d'après ces observations, que M. Renard paraît avoir bien étudié la question, et a cherché à vaincre les difficultés qu'il avait reconnues ; cependant sa machine ne paraît pas avoir eu de succès. En 1845, son brevet tombait dans le domaine public, comme étant déchu, abandonné par l'auteur.

Sans passer en revue toutes les machines successives qui se sont présentées, et qui ont à peine vu le jour, nous croyons devoir arriver de suite à celles qui paraissent avoir quelque succès, et auxquelles les fabricants semblent donner la préférence. Nous suivrons exactement l'ordre des dates des brevets. En première ligne, nous devons placer M. Fouet, qui s'est fait breveter, pour quinze ans, le 5 mars 1846.

Le principe sur lequel repose cette machine, consiste dans la disposition de plusieurs couteaux parallèles et verticaux, montés sur un arbre de couche, auquel on imprime un mouvement de rotation continu. Ces couteaux tranchants sont à développante de cercle, et marchent dans un billot ou vase creux, en forme de sphère, qui tourne sur lui-même très-lentement, afin de présenter successivement de nouvelles substances à l'action des lames.

Cette machine fut construite chez M. Cambray, mécanicien à Paris ; mais elle ne tarda pas à être modifiée. L'auteur crut reconnaître qu'il n'était pas convenable de faire marcher le vase qui contient la viande, d'une manière continue, parce que, comme les couteaux marchent aussi continuellement et dans des plans perpendiculaires au mouvement du vase, la chair n'est pas coupée nettement, franchement, comme on tient à l'obtenir dans la charcuterie pour la fabrication des saucisses ou des cervelas; elle est plutôt déchirée, broyée que tranchée, d'où il résulte que l'on forme une sorte de pâte, de bouillie épaisse, au lieu de produire ces espèces de petits prismes, extrêmement réduits, que les fabricants cherchent à obtenir.

M. Fouet apporta donc une première modification à son système, en faisant marcher, par un mécanisme différent, le vase qui contient la substance, par intermit-

tence, de telle sorte qu'il reste fixe au moment où l'action des couteaux a lieu, et tourne sur lui-même d'une petite quantité, dès que les couteaux cessent de couper, ce qui se répète naturellement à chaque révolution de ces derniers. Il prit une addition pour ce changement, le 10 juin 1846.

Quelques mois plus tard, il apportait encore un nouveau perfectionnement à son appareil, en y appliquant un mécanisme à ressort, qui donnât de l'élasticité au vase sphérique, afin de lui permettre de fléchir, lorsqu'il se rencontre quelque résistance, quelque obstacle qui pourrait, sans cette flexion, nuire aux tranchants des couteaux. Il fit aussi une disposition qui permit au vase de se retirer en avant de l'appareil, soit pour mettre, soit pour enlever les substances. Cette addition est importante, en ce qu'elle évite d'enlever l'arbre des couteaux de la place qu'il occupe dans ses coussinets, ce qui est à considérer, si l'on veut bien remarquer que, pour des machines un peu puissantes, l'arbre avec ses lames, et le mouvement qu'il porte, devient une pièce lourde, embarrassante et susceptible de blesser. Ces améliorations furent brevetées à la fin de 1846, et au commencement de 1847.

Plusieurs autres brevets d'invention ont été demandés en 1846, pour des machines à hacher la viande, et chose remarquable, à quelques mois de distance. On y trouve trois appareils semblables, construits sur le même principe, et par trois personnes différentes. Ainsi, après M. Fouet, est venu M. Mareschal, qui s'est fait breveter le 15 juin 1846, pour une machine tout à fait analogue, c'est-à-dire disposée avec des lames verticales et parallèles, à développantes de cercle, montées sur un arbre horizontal animé d'un mouvement de rotation continu, pendant que le vase sphérique dans lequel elles tournent, pivote sur lui-même très-lentement.

Le lendemain, 16 juin, M. Seraine, mécanicien fort recommandable, de Crépy (Aisne), se faisait également breveter pour un appareil reposant exactement sur le même principe, et construit avec les mêmes éléments. Mais ces deux derniers inventeurs ne tardèrent pas à s'entendre; l'un se chargea d'exploiter Paris et ses environs, l'autre quelques départements.

M. Sénéchal, serrurier-mécanicien, à Belleville, fit aussi, dans la même année (25 novembre) breveter une machine à hacher, qui toutefois paraît s'écarter des trois précédentes. En effet, son système consiste à faire mouvoir sur une table des lames circulaires montées sur un arbre horizontal que l'on promène, soit à la main, soit plutôt par une transmission de mouvement, sur les substances mêmes que l'on veut débiter, et qui sont étendues sur la table. Des modifications ont été depuis proposées par l'auteur, mais le principe ne paraît pas avoir été changé.

Enfin, le même M. Seraine, de Crépy, est encore l'inventeur d'un autre système de hachoir, breveté seulement en 1847. Ce dernier consiste dans la disposition d'une lame en hélice, tranchante sur toute la courbe, et tournant sur un axe vertical avec une grande rapidité, pendant que le vase dans lequel elle est excentriquement placée, et qui contient les substances, est animé de son côté d'un mouvement très-lent. La chair étant continuellement amenée contre un couteau fixe, se trouve à chaque révolution de la lame hélicoïde, tranchée successivement et sur toute la hauteur de la masse. Cet appareil est fort ingénieux et susceptible d'être accepté dans le commerce, comme étant d'une grande simplicité, et pouvant se livrer à très-bon marché. L'auteur en exécute sur de très-petites dimensions, qui peuvent servir pour les restaurants et maisons bourgeoises, et qu'il peut livrer à 55 ou 60 francs, et même au-dessous.

PETIT TOUR UNIVERSEL

APPLICABLE AUX SURFACES PLANES, CYLINDRIQUES, CONIQUES OU SPHÉRIQUES, ET AU FILETAGE DES VIS,

PAR

M. DESHAYS, Horloger-Mécanicien, à Paris.

(PLANCHE 19.)



Nous avons publié, à de nombreuses reprises, différents systèmes de tours de toutes dimensions, soit à engrenages et à pointes, à vitesses variables, soit parallèles, ou en l'air, soit pour roues de wagons, ou encore servant de machine à percer, etc. Nous allons donner maintenant la description d'un petit tour universel pour tourner de toutes manières les métaux, les bois, etc., et pour fileter les vis de tous diamètres. Nous insistons particulièrement sur ces descriptions d'outils, parce que nous reconnaissons que c'est en effet de l'outillage que dépendent la réussite et la réputation des établissements de construction, et qu'on n'a pas encore assez compris tout ce qu'il doit en résulter de bien-être pour les classes travaillantes et de perfection pour les produits fabriqués. Déjà, il est vrai, la plupart de nos grands ateliers, en tête desquels on peut citer ceux de MM. Cavé, Derosne et Cail, Lemaitre, Decoster, etc., ont donné un noble exemple en ne reculant devant aucuns sacrifices pour réaliser les premiers la mise en pratique de ces principes. Mais, qu'on nous permette de le dire, il reste encore beaucoup à faire sur l'étude et l'organisation de ces machines-outils, la base et le soutien de nos ateliers et de notre gloire industrielle, et nous ferons continuellement tous nos efforts pour propager, autant que possible, le goût, l'étude, les données et la construction de ces intéressants travailleurs mécaniques.

Le tour de M. Deshays, que nous allons décrire, doit prendre place au premier rang parmi les appareils utiles et indispensables dans les petits ateliers, en ce qu'il permet d'effectuer les opérations les plus diverses et les plus variées du tournage des pièces mécaniques et principalement de celles qui ont besoin, par la petitesse de leur volume et par leur emploi, d'un soin et d'une précision particulières.

DESCRIPTION DU TOUR UNIVERSEL,

REPRÉSENTÉ SUR LES FIGURES DE LA PLANCHE 19.

Les dimensions du tour de M. Deshays étant naturellement fort restreintes, en raison de la grandeur des pièces qu'il travaille, nous avons supprimé les montants en fonte qui l'élèvent à la hauteur convenable pour n'avoir égard qu'au mécanisme proprement dit et le dessiner sur une plus grande échelle.

La fig. 1 représente donc le tour ainsi dégagé muni de son banc et de ses poupées, et coupé longitudinalement suivant la ligne 1-2.

La fig. 2 en est le plan vu en dessus.

La fig. 3, une vue par bout du côté de la poupée mobile.

Comme les fonctions de l'outil que nous allons décrire sont très-variées, nous allons nous occuper de l'étude proprement dite de ses organes; puis nous reviendrons séparément sur chacune de ses applications en en faisant voir les manœuvres distinctes.

Du banc et des poupées. — Le banc A est formé de deux flasques parallèles, fondues d'un seul morceau avec les traverses qui les ferment à chaque extrémité et surmontées dans toute leur longueur des deux saillies *a a'*, dont la première est plane pour supporter le gros chariot B, et la seconde taillée en grain d'orge pour le guider dans le sens de la longueur. Ces deux parties sont dressées avec le plus grand soin, afin d'obtenir, sur les pièces que l'on travaille, des plans parfaitement parallèles, et pour que ces dernières soient élevées à la hauteur convenable. Le banc lui-même est supporté par deux châssis en fonte C, à l'un desquels est adapté le volant ou grande poulie de commande et la pédale qui sert à donner le mouvement.

Deux poupées sont rapportées sur la partie dressée du banc A; la première D, y est fixée à demeure par la vis *b*, la traverse *c* et l'écrou *d* qu'on a eu le soin d'éloigner de l'intérieur du banc, pour la facilité du serrage, par la douille *e*. La seconde D' est mobile et peut s'y promener à volonté dans toute sa longueur. La poupée fixe reçoit, dans ses deux supports *f f'*, l'arbre de commande E, sur lequel sont montées ordinairement trois poulies à gorge en bois F F' F^2, correspondant avec celles montées sur l'axe du volant. Ces deux supports sont parallèles entre eux, mais le second *f'* forme à la base une partie rentrante qui a pour but de laisser plus d'espace au chariot porte-outils, tout en donnant une assise convenable aux pièces que l'on veut tourner. On serre à volonté l'arbre E dans ses coussinets, qui ne sont autres que le corps même de la poupée, par un moyen très-ingénieux, que nous retrouverons constamment appliqué dans ce tour et qui repose sur la théorie du levier. Ainsi, l'on voit, par la fig. 4, que chaque support de la poupée D est recouvert par un chapeau *g*, ou *g'*, agissant directement sur l'arbre de commande; or, à côté de celui-ci est fixé le goujon taraudé *h*, qui pénètre dans toute l'épaisseur des deux parties et qui empêche, par suite, tout mouvement d'oscillation dans le sens de la longueur du tour;

mais là seulement n'est pas son utilité, car si l'on veut bien remarquer que le chapeau *g* est traversé par deux vis *i i'* qui pénètrent dans le corps du support, on reconnaîtra facilement qu'en agissant sur la plus rapprochée *i'* de l'arbre de commande, on fera basculer le chapeau qu'elle retient autour de son point fixe ou goujon taraudé *h*, et qu'on obtiendra graduellement sur cet arbre une pression variable, d'autant plus grande que l'on serrera la vis davantage. L'effet contraire aurait lieu si, au lieu de faire tourner la vis *i'*, on agissait sur celle qui lui est opposée; car, dans cette circonstance, le chapeau *g* remplirait l'office d'un levier de premier ordre, qui, comme on sait, fonctionne comme le fléau d'une balance; tandis qu'au contraire, dans le premier cas, il agirait comme un de deuxième ordre, c'est-à-dire ayant son point d'appui *h* à une extrémité, sa puissance *i'* à l'autre, et sa résistance E au milieu. On comprend dès lors toute la simplicité et en même temps toute l'importance de ce mode de serrage, puisqu'il suffit d'un tour de vis pour serrer à volonté l'arbre des poulies et qu'on n'a pas à craindre le ballottement des chapeaux qui se fait sentir si fréquemment, si les vis ne sont pas parfaitement ajustées, si la pièce à tourner est considérable, ou si les coussinets ont pris du jeu. Néanmoins, ce moyen tout simple et tout rationnel serait insuffisant pour empêcher le jeu latéral ou le mouvement dans le sens de la longueur, s'il n'était complété par l'addition de la pièce *j* (fig. 1 et 2), engagée dans la rainure *k* de l'arbre E, et le maintenant plus ou moins fortement appliqué et fixe dans les coussinets, selon que l'on agit sur l'une ou l'autre des vis *l l'* (fig. 4), taraudée la première dans le support *f* et libre dans la pièce *j*, tandis que l'autre est au contraire taraudée dans cette dernière pièce et libre dans le support, où elles produisent le même effet que précédemment en faisant basculer l'arbre dans un sens ou dans l'autre, mais toujours avec une énergie et une précision incroyables, obligeant les poulies, l'arbre, et par suite les plateaux ou mandrins qui soutiennent les pièces à travailler, à tourner dans des plans réguliers et sans la moindre apparence de voilement ou d'oscillation. Ce résultat est, au reste, indispensable lorsqu'il s'agit de pièces précises dont les contours ou les surfaces doivent avoir, au sortir de cet outil, l'apparence et la perfection du poli.

La poupée mobile D' se compose d'une flasque en fonte beaucoup plus légère que celles de la poupée fixe, mais ayant néanmoins la même base pour glisser sur le même banc. Sa partie supérieure reçoit la pointe d'acier *m* qui, de concert avec celle *m'* fixée sur la poupée D, maintiennent les pièces à tourner. Cette pointe, légèrement conique à sa base, s'ajuste dans un canon creux en fer *n* qui est retenu solidement par le chapeau G, et qui, au lieu d'être percé d'un trou circulaire muni de coussinets, forme au contraire, avec le corps de la poupée mobile, une ouverture carrée variable de dimension, suivant la grosseur ou la pression à exercer sur le canon *n*. Ainsi ajusté dans cette ouverture, ce canon n'est en contact que par quatre points appartenant aux quatre côtés du carré; mais ce con-

tact devient excessivement énergique si l'on fait agir la vis *o* (fig. 3), qui fixe le chapeau G, et, comme cette dernière forme seulement l'extrémité d'un levier dont le centre est en *o'*, sur une vis privée de mouvement, on conçoit, disons-nous, que la pression devient assez puissante pour retenir la pointe *m* comme dans un étau et l'empêcher, non-seulement de reculer, mais encore de vibrer en aucune façon.

Lorsqu'on veut la faire avancer, on desserre le chapeau G au moyen d'un tour ou d'un demi-tour de la vis *o*, et l'on agit simplement sur la vis buttante *p*, à l'aide de la manivelle H (fig. 1 et 2); comme cette dernière traverse l'écrou fixe I, on force donc la pointe et son canon *n* à avancer graduellement jusqu'à une position et un serrage convenables.

La poupée D' se fixe sur le banc A au moyen du boulon à fourchette *b'* et de la traverse *c'*, toujours avec un serrage à levier aussi simple qu'énergique. Il consiste en une espèce de bascule inégale J (fig. 1 et 3), ayant son centre d'oscillation *r* sur la tête en fourchette du boulon *b'*, et recevant à chacune de ses extrémités une vis *s s'*, dont la première est fixe et la seconde mobile avec la manivelle K. Il résulte de cet assemblage que le boulon *b'* étant taraudé dans la base de la poupée D', on forcera, en agissant sur la manivelle K, la vis *s* à presser sur la traverse *c'* et à l'appliquer contre les parties angulaires *d'* du banc ; par la même raison, on sollicitera le boulon *b'* à descendre, et, par suite, la poupée mobile sera fixée alors avec la plus grande solidité, par un simple demi-tour de manivelle.

C'est un même mécanisme qui établit à volonté l'adhérence du gros chariot B avec le banc du tour.

Du chariot et du porte-outils. — La partie importante, la partie réellement curieuse et intéressante du tour que nous décrivons est, sans contredit, le chariot et son porte-outils. Nous en avons représenté l'ensemble sur les fig. 1 à 6, et les détails sur les fig. 7 et 8. On peut remarquer d'abord que la base B, dressée sur sa surface supérieure et fondue avec des coulisses à queue d'hyronde pour recevoir le second chariot B', est solidaire avec deux pattes ou équerres en fer *t* entre lesquelles est maintenu l'écrou en bronze L. Celui-ci, formé de deux coquilles à brides qu'on réunit par des vis, reçoit et transmet l'impulsion longitudinale parallèle à l'axe du tour, que lui communique la forte vis à filets carrés M, portant d'un côté la manivelle N, et de l'autre un prolongement M' destiné à recevoir les engrenages nécessaires au filetage des vis. Le même moyen de serrage que précédemment est effectué à l'aide du boulon b^2, de la traverse c^2 et du levier J.

Sur le devant du chariot B est pratiqué un long taraudage *v*, qui sert d'écrou à la vis *u*, dépendante du deuxième chariot B', qu'elle entraîne dans son mouvement suivant une direction perpendiculaire à l'axe du tour. Cette vis est commandée par une petite manivelle *x* montée sur un axe intermédiaire *y*, tournant librement dans les supports *e' e''*, de manière, au besoin, à pouvoir changer de place et à faire embrayer, par la fourchette

à poignée p', l'une ou l'autre des roues h' h^2, selon que l'on veut avoir une vitesse de chariot plus ou moins grande. Il est essentiel de remarquer que l'axe de la vis u, portant également deux petites roues j' de différents diamètres qui engrènent avec celles h' h^2, est maintenu par le même support e' que l'axe y ; de sorte que tout cet assemblage, solidaire avec le chariot B' par ce support e' et par les traverses k', suit toujours les mêmes mouvements que lui transmet la manivelle x.

La série de mouvements qu'accomplissent les supports B B' est complétée par l'addition sur ce dernier d'un plateau en bronze O, taillé sur tout son pourtour suivant une denture correspondante aux degrés du cercle ou en 360 parties et commandée par une vis tangente l', qu'on fait mouvoir par la manivelle z, et qu'on embraye ou débraye à volonté au moyen de l'équerre n'. Cette opération a lieu ici d'une manière très-simple et toujours basée sur la théorie du levier ; on a imaginé pour cela de fixer simplement l'axe de la vis tangente, d'un côté avec un peu de jeu dans le support q', et de l'autre dans une encoche cylindrique où il peut prendre toutes les inclinaisons possibles, cette dernière extrémité étant taillée en fer de toupie. Il suffit donc d'agir sur la vis buttante t' qui, obligeant un des côtés de l'équerre à s'approcher ou à s'éloigner du support B' en pivotant autour du point fixe u' (fig. 2 et 6), tend par suite à produire l'effet contraire sur le côté de l'encoche, et à éloigner suffisamment la plate-forme pour qu'on puisse aisément la faire tourner à la main d'une grande quantité sans employer la vis tangente, qui produirait d'ailleurs le même effet, mais beaucoup plus lentement. On l'emploie néanmoins pour fixer cette plate-forme d'une manière précise, lorsqu'on veut régler définitivement la position de l'outil.

Le disque ou plate-forme O est fixé sur le support B' au moyen d'un fort axe en acier v', vissé lui-même dans ce support et retenu, en outre, par deux petits prisonniers, de sorte qu'il n'y a à craindre ni jeu, ni soulèvement.

Nous venons d'examiner les trois mouvements principaux des supports à chariot, c'est-à-dire ceux parallèle et perpendiculaire à l'axe du tour et le troisième circulaire par rapport au goujon fixe v' ; il nous reste à étudier les mouvements parallèle et perpendiculaire à l'axe du porte-outils. Nous compléterons ainsi la partie la plus digne d'intérêt, et nous reconnaîtrons qu'on peut, sur ce merveilleux petit outil, raboter des surfaces planes, tourner des surfaces cylindriques, coniques, ou sphériques, en creux comme en relief ; et enfin, percer des trous ou fileter des vis.

Immédiatement au-dessus de la plate-forme O est vissé un troisième chariot B², qui suit tous les mouvements de cette dernière, et qui permet au porte-outils proprement dit P, de se déplacer suivant une direction parallèle à son axe. Voici comment : l'une des extrémités de ce chariot porte un petit axe transversal x', commandant par deux paires de roues d'angle a^2 a^3 la vis longitudinale e^2, qui tourne entre pointes et collets, et qui, par conséquent, fait avancer à chaque révolution l'écrou f^2 et le chariot porte-

outils avec lequel il est solidaire. Ce mouvement s'obtient par une petite manivelle montée sur le carré g^2 de l'axe transversal, et que les petites dimensions du tour mettent toujours à la portée de l'ouvrier. Pour éviter que les copeaux ne salissent la vis longitudinale, on l'a recouverte par une espèce de canon creux i^2 que l'on voit bien sur le plan fig. 2.

On obtient le mouvement perpendiculaire au précédent en faisant glisser à la main le porte-outils P sur la plate-forme j^2, fondue avec la patte en retour d'équerre j^3, et on l'y fixe d'une manière convenable par la large vis à main k^2. Enfin ces mêmes mouvements perpendiculaires peuvent s'effectuer mécaniquement au moyen de deux vis l^2 l^3 engagées dans un même écrou m^2 (fig. 6) et mises en jeu, par l'un des deux carrés à manivelle n^2 et des pignons o^2. La partie supérieure de cet écrou est reliée avec une platine p^2 solidaire avec le porte-outils et munie d'une petite vis p^3, qu'il suffit de serrer ou de desserrer pour obtenir l'embrayage ou le débrayage et marcher par conséquent à la main ou mécaniquement, comme aussi dans l'un ou l'autre sens. Vers le milieu de la hauteur du porte-outils P est fixée une platine q^2 recevant à demeure l'extrémité d'un axe vertical r^2, dont la tête est armée d'une poignée ou palette s^2. En manœuvrant cette palette en avant ou en arrière, on déplace la manivelle ou l'excentrique t^2 dont elle est munie (fig. 1 et 8), et l'on détermine l'avancement dans un sens ou dans l'autre des outils fixés sur le chariot supérieur P. Nous verrons de quelle utilité peut être ce mouvement lorsqu'il s'agit de fileter des vis. La platine q^2, ainsi que celle q^3 qui forme le couronnement des divers chariots décrits précédemment, sont réunies par les vis u^2 (fig. 2). C'est entre l'intervalle qui existe entre elles que se placent les outils a^3, qu'on y retient avec une grande solidité par un mécanisme à levier mis en jeu comme précédemment à l'aide des deux vis b^3 b^4 (fig. 6 et 7), dont la première sert de point d'appui et les autres de centre de pression sur la bascule c^3. Nous avons suffisamment décrit ce mode d'ajustement et de fixité pour que nous regardions comme superflu d'y revenir ici.

FONCTIONS DU TOUR.

Après avoir décrit les divers ajustements des parties travaillantes du tour de M. Deshays, nous pensons qu'on ne verra pas sans quelque intérêt les principales manœuvres ou fonctions que cet outil est susceptible de remplir; c'est pourquoi nous allons les examiner, en commençant par les opérations les plus simples.

Tournage cylindrique. — Pour tourner un corps cylindrique on le fixe ordinairement entre les deux pointes m m' du tour, à moins que sa dimension ne permette, soit de le cimenter avec un mastic contre un plateau particulier r', soit de l'y retenir entre deux portées par des vis d^4, comme fig. 2. Puis après l'avoir muni d'un toc ordinaire d^3 (fig. 1), on débraye la vis tangente l' et on tourne la plate-forme de manière à amener le 3ᵉ chariot B²

dans une position parallèle à l'axe du tour, et comprise entre le centre de la plate-forme et la partie antérieure du 2e chariot B'. En faisant avancer ou reculer ce 2e chariot, on amène l'outil à la portée de la pièce à tourner P', puis approchant l'outil a^3, jusqu'à ce qu'il soit en prise, on lui donne un mouvement de translation parallèle à l'axe du tour, par la vis e^2, et si la pièce a trop de longueur, on change tout le système de place par la grosse vis M.

FILETAGE D'UNE VIS. — Les opérations pour le filetage sont analogues, seulement on fait mouvoir la vis-mère par le tour même au moyen des engrenages e^3 f^3 g^3 h^3, que l'on place, les deux premiers sur l'arbre de commande E, et l'extrémité de cette vis et les autres sur le goujon k^3 (1) fixé dans la pièce à coulisse Q qui, pouvant se rapprocher ou s'écarter de l'arbre ou de la vis, permet d'appliquer des engrenages de rechange pour fileter des vis de pas différents. A chaque passe de l'outil, on fait revenir le chariot rapidement, en ayant soin d'agir sur la palette s^2 pour dégager l'outil de quelques millimètres, et de serrer la vis p^3 qui se trouve sur le côté du porte-outils, de manière que lorsqu'on remettra l'outil en prise, il se trouve exactement à la même distance de l'axe de la vis.

DRESSAGE D'UNE SURFACE PLANE. — Pour dresser une surface plane, on débraye la vis tangente l', on tourne à la main la plate-forme O, de manière à amener le petit chariot P, dans une position perpendiculaire à l'axe du tour, à droite ou à gauche du centre de la plate-forme, suivant la dimension de la pièce que l'on dresse. Puis à l'aide de la grande vis de rappel M, on amène le grand chariot B, assez près de la pièce P^2 (fig. 2) pour que l'outil puisse mordre. Une fois en prise, on lui donne un mouvement de translation du centre à la circonférence, ou réciproquement, à l'aide de la vis e^2 fixée dans le petit chariot. Cette vis est commandée, comme nous l'avons reconnu, par un double engrenage a^2 de 46 et 47 dents et a^3 de 42 et 41 dents, de manière à corriger le pas de la vis et à faire avancer le chariot de $0^m,001$ pour un tour de manivelle; le pas n'est que de 95/96e de millimètre.

TOURNAGE CONIQUE ET SPHÉRIQUE. — Quand il s'agit de tourner une surface conique, on débraye la vis tangente; on place le 3e chariot B^2, parallèle à l'axe du tour, puis on embraye la vis l', et l'on fait tourner la plate-forme O, du nombre de degrés que la génératrice du cône doit faire avec l'axe. En manœuvrant alors la vis e^2, on fait avancer l'outil parallèlement à cette génératrice (fig. 2). Dans le premier volume nous avons donné les détails d'un tour à engrenages propre à tourner et aléser des surfaces coniques et cylindriques.

Dans le cas d'une surface sphérique, les préliminaires sont analogues, mais on se sert de la vis l', commandée par la manivelle z, pour faire pas-

(1) Voir les détails très-complets sur le filetage des vis que nous avons donnés 3e volume, en decrivant le tour parallèle de M. Decoster.

ser l'outil successivement par des circonférences de plus en plus rapprochées ou éloignées du centre, selon que la sphère doit être en relief ou en creux.

Alésage cylindrique ou conique. — Pour effectuer ces opérations, les dispositions sont les mêmes que pour tourner; seulement on ne peut aléser à une grande profondeur quand la pièce est appliquée au plateau du tour, parce que l'outil se trouvant fixé dans une position exceptionnelle risquerait de *brouter*. Pour aléser des pièces d'une certaine longueur, il faudrait les fixer sur le chariot, et monter un porte-lames entre les deux pointes, comme nous l'avons indiqué dans le tour de Withworth, t. 2ᵉ.

Perçage. — En remplaçant les outils ordinaires par des mèches ou forets, on peut percer ou fraiser des trous dans une infinité de pièces susceptibles d'être fixées au *nez* du tour. On pourrait même s'arranger, si cette opération devait avoir quelque importance, pour faire avancer le foret mécaniquement en conservant la même disposition que pour le filetage des vis, mais en adoptant alors des engrenages capables de ralentir très-sensiblement la vitesse de la vis M.

Nous avons déjà examiné la marche de la vis e^2 et de la plate-forme O, servant à obtenir tous les mouvements obliques et circulaires. Nous dirons pour terminer que le pas de la grosse vis longitudinale est de 5 $^m/_m$ et qu'on fait avancer par suite l'écrou en bronze L et le gros de chariot B, de cette même quantité à chaque révolution de la manivelle N, et nous ajouterons que les engrenages de commande de la vis *u* sont disposés de manière à faire avancer le chariot B′ de $2^{millim}.25$, si l'on fait embrayer la roue *h′* avec la plus petite des deux roues *j′*; et du quart de cette quantité seulement si l'on embrayait la plus grande avec la roue h^2. Par cet aperçu, on peut reconnaître que le tour est dans les meilleures conditions de vitesse pour l'usage auquel il est destiné.

Puisque nous sommes chez M. Deshays, nous croyons devoir ne pas le quitter sans dire un mot des intéressantes machines qu'il exécute avec une précision que l'on ne rencontre peut-être que dans l'horlogerie et dans les instruments d'astronomie.

Habitué de bonne heure à travailler des objets de mécanique qui exigent beaucoup d'exactitude, M. Deshays s'est constamment occupé à faire des outils, des appareils, qui, comme le tour que nous venons de décrire, se recommandent surtout par les moyens ingénieux qu'on y remarque, et qui, en leur donnant un cachet tout particulier, peuvent avoir leur application dans d'autres machines de grande dimension. Ainsi, outre divers systèmes de tours à chariot, à fileter, ou autres, il a établi plusieurs plate-formes pour diviser et fendre les petites roues d'engrenage, et qui se distinguent non-seulement par la rigueur mathématique avec laquelle les pièces sont exécutées, mais encore par le grand nombre de divisions qu'elles contiennent, par la grande variété des roues qu'elles permettent de tailler, comme aussi par les diverses formes et dimensions des dentures.

Il est de plus arrivé, par une combinaison de mécanisme très-simple, et en même temps tout à fait rigoureuse, à faire des roues à denture héliçoïde quels que soient leur pas et leur épaisseur.

On peut dire que M. Deshays a le génie de la mécanique de précision, c'est-à-dire de celle qui ne fonctionne que dans une chambre, comme plusieurs de nos constructeurs les plus distingués ont le génie de la grande mécanique qui s'applique sur une vaste échelle, dans la navigation, dans les chemins de fer, ou dans les grandes manufactures. Il est facile d'en juger en voyant ses petites machines à tricoter, ou à faire des bourses à filets, qui sont répandues aujourd'hui dans tous les pays du monde, et dont pendant longtemps le premier et ingénieux inventeur, M. Pecqueur, a été le seul fabricant.

On doit, sans contredit, à M. Deshays, non-seulement les utiles et importants perfectionnements qu'il a apportés à ces appareils, mais en outre l'invention plus intéressante encore d'autres machines plus récentes, qui travaillent avec non moins de précision et avec beaucoup plus d'habileté. En effet, au lieu de faire une ou deux mailles à la fois, ces nouvelles machines opèrent en même temps sur toute la circonférence, et comme elles fonctionnent avec une rapidité extrême, on comprend que les objets sont fabriqués en quelques minutes.

M. Deshays a monté chez lui un atelier spécial dans lequel sont en activité plusieurs de ces appareils, qui ne sont mis en jeu que par des femmes, et avec lesquels elles peuvent faire à volonté, soit des bourses, soit des mitaines, des cravates, etc., en soie, en coton ou d'autres fils, avec des mailles différentes, et des dessins variés. Les mouvements de toutes les pièces mobiles, qui sont extrêmement nombreuses, s'effectuent avec une régularité dont on est vraiment surpris. La disposition particulière donnée à différentes parties du mécanisme pour leur faire remplir certaines fonctions, telles que rapprocher ou écarter les pièces, mouvoir les aiguilles, etc., a exigé évidemment beaucoup de peine et de recherches dont l'inventeur est sorti bien victorieusement.

Les produits qui sortent de cette maison sont considérables comparativement au faible nombre de personnes employées pour la fabrication; il est facile de s'en rendre compte, en voyant que chaque machine peut faire plusieurs douzaines de pièces par heure, et qu'une femme ou un enfant suffirait, au besoin, pour en faire marcher deux. Toutes les parties du mécanisme sont tellement bien établies, tellement bien agencées, qu'elles ne se dérangent pas, de sorte qu'elles fonctionnent fort longtemps avant d'exiger la moindre réparation.

NOUVEAUX PROCÉDÉS DE TANNAGE DES CUIRS,

PAR M. TURNBULL.

Nous avons donné dans le IIIe volume, page 319 de ce Recueil, les procédés employés pour la fabrication des cuirs forts. Ces méthodes ayant subi d'importantes modifications, nous devons aujourd'hui entretenir nos lecteurs du nouveau traitement de ces matières à la nouvelle usine d'Ivry-sur-Seine, dirigée par M. Dussard.

Pour faire mieux comprendre ce nouveau système qui a été importé en France par M. Turnbull, chimiste anglais (1), il n'est peut être pas inutile d'entrer dans quelques explications préliminaires. On sait que la peau ou le derme est composé de deux corps principaux très-distincts :

1° Un réseau très-serré formé de millions de filaments de *fibrine* se croisant dans tous les sens ; ces filaments sont autant de tubes capillaires ;

2° Une masse de gélatine épaisse tenue ensemble par ces innombrables filaments dont les uns se perdent dans la masse et les autres se prolongent en cônes jusqu'à l'extérieur.

Quand l'animal est vivant, les filaments creux de fibrine servent aux sécrétions ; c'est par eux que la masse de gélatine reçoit les éléments qui la forment, c'est par eux que les divers fluides pénètrent dans le tissu cellulaire.

Quand les tubes capillaires fonctionnent, ils agissent sur les parties les plus ténues de la masse ; aucune n'échappe à leur action ; quand il en est autrement, une partie de la peau est morte ; la gangrène ne tarde pas à la gagner.

Tanner une peau, c'est rendre la masse imputrescible et augmenter sa solidité. Or, jusqu'à présent, la meilleure méthode qu'on ait pu employer pour cela, c'est la combinaison chimique de la gélatine des peaux avec une substance végétale acide appelée *tannin*, et qui est contenue en grande abondance dans l'écorce des chênes d'un certain âge. Avant cet âge, le tannin n'est encore qu'une matière saccharine ; après cet âge, c'est du ligneux qui le remplace.

Plus le tannin est pur, mieux cela vaut.

Depuis qu'on tanne, voici comment on s'y prend.

On enlève le poil de la peau au moyen d'un alcali quelconque. Puis, après quelques opérations préliminaires, et qui seules ont varié, ainsi que nous allons le voir, on dépose les peaux dans une fosse avec une certaine quantité d'écorce de chêne.

Quand cette écorce est usée, on la remplace jusqu'à parfait tannage.

Dans cette méthode, encore à peu près universellement pratiquée, le tannage durait de quatre à dix ans. Or, il y a cinquante ans environ, les guerres entreprises par la France faisaient vivement sentir le besoin d'accélérer le tannage des cuirs. Un chimiste habile, M. Séguin, qui devint bientôt un tanneur considérable, appliqua son esprit à cette recherche. Il savait que la combinaison chimique de la gélatine avec le tannin s'opère instantanément dans le laboratoire ; il s'agissait donc de mettre en contact avec le tannin le plus grand nombre possible de molécules de gélatine ; il s'agissait d'ouvrir la peau, pour ainsi dire, d'en soulever les couches [illegible] d'y faire pénétrer le tannin plus facilement.

[illegible] cela, M. Séguin mit en pratique la propriété que possèdent certains acides [illegible]

[illegible] France pour son procédé ; c'est de son mémoire et des notes [illegible]

Quand on place un morceau de peau dans l'acide sulfurique peu concentré par exemple, elle se gonfle, s'altère, et finirait par se dissoudre. — M. Séguin plongea donc ses peaux dans de l'eau acidulée; il les gonfla; il les distendit, rompit le réseau de fibrine; il rendit les peaux poreuses, ouvertes, alvéolées, et le résultat ne se fit pas attendre. Au lieu de quatre ans, il tanna en deux ans, en dix huit mois, en six mois même, selon qu'il avait plus gonflé, plus creusé, employé plus d'acide. D'un corps dense, dur, ferme, compact, comme l'est la peau, il fit un corps flasque, mou, spongieux, qu'il tanna vite, cela se conçoit. Mais il recueillit les résultats de son *amélioration*. S'il améliora le tannage, ce fut aux dépens de la qualité; son cuir était ouvert, flasque, spongieux, peu durable. Le réseau de fibrine était rompu, la gélatine n'avait plus de soutien, et les tanneurs disaient alors que ce cuir était brûlé; il était seulement déchiré. Ces effets étaient d'autant plus manifestes, qu'il avait tanné plus vite.

C'est cependant là la seule amélioration que *les siècles* aient apportée au procédé de tannage, et c'est cependant cette amélioration qui forme aujourd'hui la base de la fabrication française et anglaise. Les plus habiles sont ceux qui emploient l'acide sulfurique avec une certaine discrétion, ceux qui brisent le moins le tissu, rompent le moins les alvéoles, désorganisent le moins la peau. — Ceux-là tannent en dix-huit mois; quinze mois; un an quelquefois.

Quand on retire le cuir des fosses, il est resté gonflé, spongieux et lâche, il s'agit de lui rendre de la dureté. Chacun devine le moyen employé : on l'expose à l'action d'un marteau fort ingénieux, qui frappe et presse à la fois, et qui est doué d'une puissance de plusieurs milliers de kilogrammes (1).

Ce moyen est emprunté, du reste, à d'autres industries. Ainsi, quand le cartonnier fabrique ses feuilles, elles sont d'abord sans ténacité. Il les cylindre, et obtient des planches très-dures. Mais il n'a pas, pour cela, formé un tissu. Aussi dès que ces cartons touchent l'eau, ils reprennent toute leur mollesse.

Il en est ainsi du cuir battu. Le marteau ne refait pas le réseau brisé de fibrine, et le cuir reprend à l'humidité tout son gonflement. Il est clair, au reste, que cela est proportionnel. Les cuirs les plus gonflés sont les plus brisés, et la fabrication actuelle s'attache à les briser le moins possible.

Le marteau donc était le complément *nécessaire* de l'emploi de l'acide sulfurique; c'est un correctif, mais il paraît qu'on peut dire en principe, que *la nécessité de faire usage du marteau* est une preuve de fabrication défectueuse.

Le battage pourtant a un certain avantage pour le fabricant. La chaleur développée sous chaque coup brûle légèrement les deux surfaces ; ces surfaces dès lors ne peuvent plus retenir d'eau. En conséquence, un cuir battu peut absorber de l'eau à l'intérieur, sans que pour cela il semble humide au dehors. L'usage de Paris étant de vendre des cuirs chargés d'autant d'eau que possible, l'avantage du cuir battu se comprend facilement.

Jusqu'à présent, on n'avait trouvé qu'un moyen d'abréger l'opération, l'emploi des acides : l'acide sulfurique, l'acide acétique formés par une décoction d'orge, etc.; l'acide sulfurique, plus facile d'emploi, a été universellement adopté; à l'aide d'un peu d'acide, on tanne en deux ans ; un peu plus, on tanne en dix-huit mois; beaucoup plus, en six mois. — On conçoit dès lors pourquoi, lorsqu'on a annoncé pouvoir tanner en un mois, on a dit : « *L'acide doit brûler les cuirs.* » Oui, les tanneurs ont raison, l'acide est très-nuisible à la qualité du cuir, aussi bien l'acide sulfu-

(1) Voyez le tome 3e de la *Publication industrielle*, pl. 26, 7e livraison.

rique employé en brasserie, que l'acide acétique dégagé dans les fosses par la fermentation. Aussi, la nouvelle méthode n'emploie-t-elle que des jus frais, que de l'écorce de chêne pure, que du tannin nouvellement extrait. — Elle ne gonfle pas les cuirs, n'en brise pas le tissu. Aussi est-elle dispensée de l'emploi du marteau, et obtient-elle des cuirs *plus forts* que ceux qu'on appelle *cuirs forts*.

Quand ce nouveau système apparut, la question était encore tout entière pour les hommes de progrès : « Trouver le moyen d'accélérer le tannage sans nuire à la qualité des cuirs, sans rompre le réseau de fibrine, sans diminuer la masse de gélatine. »

Comment concevoir, en effet, qu'une opération qui dans le laboratoire se fait instantanément, dure en industrie des années entières? La raison, la voici : Au laboratoire on agit sur les molécules ; en tannerie, on agit sur une masse inerte, compacte, morte. On tanne par approche, les surfaces d'abord, puis un peu plus avant, puis le centre. Si l'on plonge un morceau de bois dans un liquide colorant, ce bois, quoique poreux, sera des années entières à se colorer de part en part. Il en est de même des peaux dans l'opération du tannage; mais, si l'on fait passer le liquide par les pores mêmes, l'opération est immédiate; elle est complète, car les tubes capillaires sont en contact *immédiat* avec toutes les parties les plus ténues de la masse gélatineuse, et aucune de ces parties n'échappe à l'action. Cela est bien important pour la question du rendement.

Mais faire agir tous ces tubes capillaires semblait impossible. La pression avait échoué, elle avait distendu les peaux, etc....

Sur ces entrefaites, l'illustre Dutrochet publia ses recherches sur la capillarité, et démontra les lois de l'endosmose, il dit : Toutes les fois qu'on met en contact une membrane, c'est-à-dire un corps organisé, doué de tubes capillaires, avec deux liquides d'une densité différente, la membrane reprend sa *contractilité ;* il y a *action capillaire*, et passage des liquides à travers les membranes, et l'action continue jusqu'à ce que l'équilibre des deux liquides soit rétabli.

Voici quelques données sur l'emploi de l'écorce et sur la main-d'œuvre.

Cent parties de peau sèche donnent, tannées, 140 de cuir sec ; donc ces 100 de peau contiennent 40 de tannin. Or, dans le tannage ordinaire, on présente à 100 de peau sèche environ 120 de tannin. Que deviennent donc les 80 de surplus? ils sont perdus. Dans les fosses, la chaleur développe la fermentation, et le tannin est transformé en acide gallique. C'est pour cela qu'on donne plusieurs poudres. En théorie une seule suffirait.

La couture, qui n'existe pas dans le tannage ordinaire, coûte dix à douze centimes pour les veaux, cinquante centimes pour les cuirs, et par compensation le travail en bassine est moindre; il n'y a pas de refaisage qui coûte cinquante centimes, ni de mise en fosse qui coûte vingt centimes par poudre. Il y a donc une compensation, quant au tannage en fosse, et il y a grande économie sur le tannage à la flotte.

En résumé, les avantages de ces procédés sont, d'après l'inventeur :

1° Dépense moindre en écorce : Moitié, ou les deux tiers au plus de ce qu'on emploie ordinairement, car on en perd encore.

2° Abréviation : Un mois pour les bœufs; de huit à quinze jours pour les veaux.

3° Rendement : Attaque des molécules, même celles de la gélatine ; à sèche et échantillonnage égal, on a *plus de poids*.

4° Qualité supérieure ; ce qui précède l'a démontré, le tissu reste intact.

5° Moins en porosité.

COMPTEUR DÉCIMAL

SANS ENGRENAGES,

POUR ENREGISTRER LE NOMBRE DE RÉVOLUTIONS DES MACHINES,

ET APPELÉ COMPTEUR PERPÉTUEL,

Par M. ÉVRARD,

Ingénieur des Mines à Saint-Étienne (Loire).

(PLANCHE 20.)

Le compteur dont nous allons entreprendre la description, est un de ces instruments dont on comprend maintenant toute la nécessité par les services qu'ils sont susceptibles de rendre ; aussi les emploie-t-on, depuis quelque temps, dans la plupart de nos bonnes usines où ils servent à l'évaluation du travail de toutes sortes de machines, et principalement à celui des moteurs à vapeur ou hydrauliques. Combinés d'après notre système décimal et liés intimement avec l'appareil qu'ils sont chargés de contrôler, les compteurs indiquent en chiffres connus et un par un le nombre de tours accompli pendant une période de temps déterminée ; on peut donc dire qu'ils donnent, dans de certaines conditions, l'évaluation constante du travail. A ce sujet nous hasarderons quelques observations, particulièrement relatives aux compteurs en général, appliqués au salaire des ouvriers dans les fabriques et les manufactures.

Tout le monde sait qu'avec notre système de rémunération habituel, le prix du travail est taxé le plus communément par jour et quelquefois par heure ; ce mode de paiement qui, au premier abord, paraît peut-être le plus rationnel et le seul possible avec celui à la tâche, pourrait néanmoins être remplacé par le paiement au nombre de tours, c'est-à-dire que les rétributions varieraient dans le même rapport que la vitesse du moteur de l'établissement. Cette combinaison ne paraîtra pas étrange lorsqu'on remarquera qu'en Alsace, où l'emploi des compteurs est très-répandu, ces derniers instruments pourraient à la rigueur servir d'horloge, les indications qu'ils précisent étant égales ou à peu près égales pour des intervalles de temps égaux. De cette manière, et quoique payant à la journée, les débours du

constructeur ou du manufacturier seraient toujours en rapport avec le travail possible des machines qui, conduites alors avec régularité (et tout le monde aurait intérêt à ce que cela fût ainsi), donneraient toujours au maître comme à l'ouvrier le maximun de bénéfice qu'on aurait le droit d'en espérer.

Pour appuyer notre opinion, nous pourrions donner une foule d'exemples plus frappants les uns que les autres, nous nous contenterons de citer le plus général, c'est-à-dire se rapportant au travail habituel des filatures. Dans de tels établissements, la machine à vapeur motrice peut fournir, à sa vitesse normale 20,000 à 30,000 tours par journée de 12 heures ; or, l'ouvrier ou l'ouvrière qui, pour une telle journée, reçoit 1 fr. 50 c. ou 2 à 3 fr., devra les percevoir toutes les fois que la machine aura accompli les 20,000 ou 30,000 tours précités. Il résultera de cette disposition que les produits obtenus seront toujours en rapport avec les sommes payées sans que les ouvriers soient lésés, puisqu'ils seront rétribués suivant le travail qu'ils auront fait et sans que le manufacturier y trouve de mécompte. Il n'est pas raisonnable de supposer en effet que si, pour une cause quelconque (ordinairement l'absence de soin du chauffeur), la machine s'est ralentie et n'a fait rendre par suite aux métiers qu'elle commande qu'un résultat inférieur, il n'est pas raisonnable, disons-nous, de payer pour ce résultat inférieur la même somme que pour le maximum d'effet. C'est souvent ainsi que les établissements les mieux montés et les mieux dirigés succombent lentement, minés par une cause occulte d'autant plus sérieuse qu'elle est incessante.

Dans tous les cas, et comme base de ce système, nous pensons qu'il serait au moins indispensable de rétribuer, d'après ce principe, tous les mécaniciens ou chauffeurs chargés de la conduite des machines à vapeur, tout en leur accordant les primes d'usage pour l'économie du combustible.

Ainsi, et tout récemment, nous avons reçu du directeur des scieries d'Auteuil, appartenant à MM. Trémois et compagnie, les témoignages d'assentiment les plus vifs à l'adoption d'un tel système. Il suffira des quelques chiffres ci-dessous pour faire comprendre toute l'importance des résultats.

La machine à vapeur est établie pour marcher avec une vitesse de régime de 31 tours par minute ; mais, comme l'alimentation de son fourneau s'effectue par la combustion de la sciure et des copeaux provenant de la fabrication même, l'attention du chauffeur doit être incessante pour conserver toujours cette même vitesse.

Nous allons supposer, pour un instant, que, par suite de négligence, la vitesse descende à 26 tours par minute, et calculer, pour une moyenne de 2 heures par jour, quel est le déficit des fabricants, déficit d'autant plus à regretter qu'il n'est profitable ni aux maîtres, ni aux ouvriers, ni aux con- [redacted] 12 scies à 1, 2 ou 3 lames et plus (en moyenne [redacted] 2 lames chacune, soit 24 lames), avec une

vitesse de 200 coups utiles par 1′, et avec un avancement par coup de $5^{m}/_{m}$ lorsque l'on débite des sapins de $27^{cent.}$ de large;

Ce qui donne pour la vitesse de 31 tours

$$200 \text{ coups} \times 5^{m}/_{m} \times 27^{cent.} = 0^{m.q.}270$$

de surface sciée par 1′,

$$\text{ou } 0^{m.q.}270 \times 60 = 16^{m.q.}20 \text{ par heure,}$$

et pour la vitesse de 26 tours

$$\frac{26 \times 200}{31} = 165 \text{ coups} \times 5^{m}/_{m} \times 27 = 0^{m}222 \times 60 = 13^{m.q.}32$$

pour chaque lame; et comme nous avons admis 24 lames en activité et 2 heures de vitesse ralentie par jour, c'est donc une différence de

$$16^{m.q.}20 - 13^{m.q.}32 = 2^{m},88 \text{ et } 2,88 \times 24 \times 2 = 138^{m.q.}24$$

Or, on sait qu'à Paris le sciage est payé moyennement, à raison de 4 fr. les 100 mètres de longueur sur $27^{cent.}$ de largeur,

$$\text{soit } \frac{4}{100 \times 27} = 0^{fr.}148 \text{ le mèt. } q^{ré}.$$

c'est-à-dire $138^{m.q.}24 \times 0.148 = 20^{fr.}45$ de perte de travail par jour.

Comparé aux minces bénéfices du sciage actuel, ce chiffre paraîtra certainement énorme et sa réforme indispensable.

Nous revenons au compteur de M. Evrard qui présente, par sa construction solide, son mécanisme ingénieux et sa parfaite précision, les meilleures garanties de succès. Avec cet instrument, tous calculs ou suppositions deviennent inutiles, le résultat que l'on veut connaître est le seul apparent et se lit aussi facilement qu'un numéro quelconque placé sur une pancarte; si l'on ajoute qu'il est capable de fonctionner sans discontinuer pendant des années entières et même pendant des périodes de temps beaucoup plus longues, il sera facile de se convaincre qu'il réunit au plus haut degré les conditions qui le rendent réellement manufacturier.

M. Evrard établit les compteurs sous deux formes différentes, mais reposant néanmoins sur le même principe. Dans le premier cas, l'ensemble présente la forme d'un cylindre reposant sur deux supports en fonte et recouvert d'une enveloppe métallique percée d'une ouverture pour pouvoir faire les observations et d'une autre pour recevoir le mouvement. Ce cylindre est composé d'une suite de rondelles semblables, numérotées sur leur pourtour extérieur et représentant chacune une série de notre système de numération habituel, c'est-à-dire successivement les unités, les dizaines, les centaines, les mille, etc.; on peut les multiplier suivant la période de temps pendant laquelle on veut observer le travail.

L'instrument est muni d'un système d'encliquetage qu'on met en communication avec une machine à vapeur, un métier ou un appareil quel-

conque dont on veut observer le nombre de tours, et qui reproduit exactement sur la première rondelle le nombre de révolutions de l'arbre moteur; mais, comme cette première rondelle ne peut marquer que les unités, c'est-à-dire de 1 à 9, le mécanisme est disposé pour que le dixième tour soit marqué sur la deuxième rondelle; il en est de même du vingtième, du trentième, etc., jusqu'à la neuvième dizaine, et le centième tour est marqué sur la troisième rondelle, le millième sur la quatrième et ainsi de suite. On voit qu'avec un appareil comprenant neuf ou dix rondelles on pourrait arriver à marquer les milliards, chiffre énorme et bien au-dessus des besoins de la pratique.

Dans le second cas, le mécanisme, quoique de dimensions à peu près analogues au premier et se renfermant dans la même enveloppe, en diffère essentiellement en ce qu'il ne présente aucune saillie extérieure, ce qui peut être considéré comme un très-grand avantage pour le nettoiement et la facilité de la lecture. Nous pensons donc avec M. Evrard que ce dernier appareil l'emporte sur le premier, sinon en justesse et en régularité, au moins en simplicité d'exécution et d'entretien, et en douceur de mouvement.

Nous allons les examiner séparément en commençant par le premier, qui a servi de base aux perfectionnements ultérieurs et qui pourra faire comprendre l'esprit d'invention qui a présidé aux deux instruments.

DESCRIPTION DU PREMIER COMPTEUR DE M. ÉVRARD,
REPRÉSENTÉ FIG. 4 A 6, PL. 20.

La fig. 4 représente la vue extérieure de l'instrument tout monté, en supposant qu'on ait coupé la chemise ou l'enveloppe pour laisser voir le compteur proprement dit.

La fig. 5 en est la coupe verticale faite suivant la ligne 7-8 de la fig. 6.

Et la fig. 6, la section transversale faite par la ligne 1-2, fig. 5, et montrant le mécanisme de commande qui transmet le mouvement.

Ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/3 d'exécution.

De la commande. — Les rondelles dont nous avons parlé et que nous désignons par les lettres A', A^2, A^3... et A^7, sur les fig. 4 à 6, et par A sur les détails fig. 7 et 8, sont toutes enfilées sur un arbre principal B, à section hexagonale, fixé par ses extrémités aux deux plateaux G, et maintenu dans une position rigide par les écrous et contre-écrous k k'. Elles reçoivent successivement leur mouvement l'une par l'autre, mais la première A' est commandée directement par la machine dont on veut évaluer le travai rotatif. A cet effet, sur l'extrémité tournée de l'arbre B est monté le disque à douille et à rochet C' qui, embrassé latéralement par la fourche à coussinet D, est sollicité par le cliquet à ressort E dont la queue D' communique avec le moteur par une petite bielle ou par tout autre mécanisme convenable. Un autre cliquet fixe, également à ressort E', empêche que

tout ce mécanisme ne revienne sur lui-même ou qu'il ne saute de plus d'une dent à la fois.

Avec la douille C′ est fondu le premier disque C (fig. 7) fixé à la première rondelle A′ au moyen des vis *a*, et l'entraînant par conséquent dans son mouvement. Cette rondelle indique donc successivement toutes les unités; car la roue à rochet, qui la commande, est formée de dix dents ou encoches, de même que la rondelle est divisée et gravée à son contour extérieur en dix parties égales, représentées par les chiffres 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Cette combinaison est toute naturelle, et il est très-facile de s'en rendre compte; examinons maintenant comment l'indication des dizaines, des centaines, etc., va avoir lieu, et quels sont les fonctions et le jeu de chaque rondelle.

Des rondelles indicatrices. — Quel que soit le rang du nombre que chacune des rondelles doit indiquer, leur construction reste identique et se compose exactement des mêmes éléments. Les fig. 7 et 8, qui les représentent en détails, en supposant qu'on regarde la première en élévation de face, suivant la ligne 5-6, (fig. 5), et la dernière du côté de la commande, suivant la ligne 3-4, même figure, indiquent parfaitement bien la composition et le mouvement de chaque pièce. On voit en effet par ces figures que l'intérieur des rondelles est garni :

1° Du côté de la commande;

D'un cliquet *b* mené par le ressort méplat *c*, et s'engageant simultanément dans chacune des dix dents dont est composée l'extrémité de la douille à étoile *d* qui fait partie de la rondelle précédente.

2° Du côté opposé;

De la même douille à étoile *d* qui, fixée par sa forme même sur l'arbre hexagonal B, ne change jamais de place, mais tend toujours à soulever le cliquet *b* chaque fois que la rondelle fait un mouvement, du porte-galet *f* muni de son galet *e*, du cliquet à équerre *g*, commandé par le ressort méplat *h* qui fait mouvoir ce porte-galet, et enfin du guide à oreille *i* qui règle le mouvement de cette dernière pièce.

Du mouvement. — Lorsque la première rondelle est sur le point de terminer sa première rotation sur elle-même et autour de la douille *d* sur laquelle elle est ajustée folle, le galet *e*, qui a marché avec elle, vient frotter sur une espèce de plate-bande F, dont la surface concave est décrite dans une partie de sa largeur par un cercle à grand rayon, et l'autre par un arc concentrique à la rondelle (fig. 6). Cette disposition permet au galet de rentrer dans la boîte ou guide *i*; mais, suivant une pression graduée de plus en plus forte, jusqu'à ce que le porte-galet *f*, alors à la fin de sa course et tout à fait appuyé contre la circonférence de la rondelle, vienne entraîner un des ergots *j* dont les disques C sont armés. A partir de cet instant, la course sur la bande concave est calculée pour ne pas dépasser un dixième de la révolution complète ou un angle de 36°. Lorsque le galet abandonne la pièce F, il revient avec son support à sa position normale par l'aide de

l'équerre *g* et du support *h*, et la saillie du porte-galet se trouvant ainsi dans un plan plus élevé que les ergots *j*, abandonne naturellement celui qu'il tenait engagé, de sorte que ce dernier n'a fait réellement qu'un dixième de tour, et que la rondelle des unités recommence seule une seconde période jusqu'à la deuxième dizaine qu'elle marque de la même manière et ainsi de suite jusqu'à la première centaine, etc.

Le cliquet *b* (fig. 7), soulevé alternativement par l'étoile à dix dents *d*, n'a d'autre but que d'empêcher chaque rondelle de revenir sur elle-même après chaque mouvement, tout en se prêtant d'ailleurs par sa forme arrondie de *m* en *n* au dégagement régulier de la rondelle indicatrice.

Ce que nous venons de dire du jeu de la série de chiffres marquant les unités et les dizaines s'applique évidemment et de la même manière aux centaines, aux mille, etc.; car, ainsi qu'on a pu le remarquer, la deuxième rondelle A^2 (fig. 4) n'est entraînée par la première A' que d'un dixième de tour à chaque révolution complète de cette dernière; par conséquent le galet dont elle est munie vient agir à son tour sur un des ergots de la troisième rondelle A^3, mais seulement après l'achèvement des neuf dizaines et des neuf unités; le centième tour est effectué par les trois premières rondelles à la fois, de même que le millième par les quatre, le dix-millième par les cinq et ainsi de suite.

De ce qui précède on peut conclure que toutes les rondelles sont identiques, que leurs fonctions relatives sont semblables, et qu'elles agissent l'une envers l'autre de la même manière, c'est-à-dire que la première fait marcher la seconde d'un dixième de tour, que la deuxième fait marcher également la troisième d'un dixième de tour et ainsi des autres.

L'avantage d'une telle combinaison est facile à comprendre, car l'identité des divers disques ou rondelles permet d'intervertir les fonctions de chacune et de faire servir celle des millions, par exemple, à marquer les dizaines, de façon à ce que l'usure des pièces soit constante et pour ainsi dire nulle; de plus, les mécanismes qui mettent en jeu les diverses parties de l'instrument sont toutes en acier trempé, travaillées comme des pièces d'arquebuserie et ajustées avec le plus grand soin et la plus grande solidité, de sorte qu'on n'a à redouter ni dérangement, ni cassure, ni irrégularité, et qu'on peut espérer par suite une durée fort longue.

Les fig. 4 et 5 représentent dans un certain ordre les rondelles en activité. Nous avons indiqué sur la fig. 8, les traces des différents plans par lesquels ont été opérées les sections. Ainsi les rondelles A' et A^3 sont coupées par la même ligne 9-10, celles A^2 et A^4 suivant la même ligne 11-12, et celles A^5 et A^6 suivant la ligne unique 13-14. Toutes ces positions correspondent avec les indications adoptées pour la fig. 4.

DESCRIPTION DU COMPTEUR PERFECTIONNÉ,

REPRÉSENTÉ FIG. 1 A 3, ET 9 A 16, PL. 20.

Dans le but de rendre ses compteurs plus faciles à monter et à démonter,

comme aussi d'un aspect plus régulier et d'un nettoyage infiniment plus simple, M. Evrard a imaginé la disposition représentée fig. 1 à 3, et qui se recommande par des avantages marqués sur le compteur que nous venons de décrire.

Comme ce dernier, il se compose d'une suite de rondelles divisées et gravées sur tout leur contour, mais avec cette différence que tout le mécanisme est à l'intérieur et qu'il n'existe aucune pièce saillante. Il suffit de jeter les yeux sur les fig. 1 à 3 qui représentent, la première une vue extérieure de l'instrument tout monté et recouvert de son enveloppe vitrée; la seconde une coupe longitudinale suivant la ligne 17-18 de la fig. 3, ou la ligne 19-20 de la fig. 10; et la troisième une coupe transversale suivant la ligne 15-16, pour reconnaître que le principe en est toujours le même et que les différentes pièces remplissent des fonctions analogues; aussi avons-nous laissé subsister les mêmes lettres sur chacun des deux appareils, afin de permettre d'en établir plus facilement la similitude et de voir de suite quelles sont les pièces qui ont été modifiées, supprimées ou remplacées.

Dans ce système, chaque rondelle A (fig. 11 et 16) peut être envisagée sous trois aspects différents:

1° La face du côté de la commande (fig. 10).

2° Celle *b'* qui lui est directement opposée (fig. 12, 13 et 14).

3° Enfin, celle intermédiaire *c'* qui se trouve cachée par ces deux parties, mais que nous avons représentée à la fois sur la fig. 9 et la fig. 3, et sur la coupe verticale (fig. 15), faite suivant la ligne 21-22.

L'arbre B, qui porte tous ces organes, au lieu d'être à section hexagonale, est ici formé d'une simple tige en fer rond, munie d'une rainure triangulaire, qui reçoit les ergots de même forme *s* de toutes les pièces que l'on veut rendre solidaires.

Lorsque le mouvement est communiqué à la première rondelle par l'encliquetage semblable à celui de l'appareil précédent, elle ne peut revenir sur elle-même, retenue qu'elle est par le cliquet *b*, le ressort *c*, et la douille à étoile *d* (fig. 9), montés en saillie sur le plateau *c'*; en outre elle entraîne dans son mouvement de rotation, le porte-galet *f*, que le ressort *h* tient constamment appuyé sur l'excentrique M (fig. 10). Or, dans ce mouvement, le galet *e*, vient successivement frotter sur le contour de cette dernière pièce, et en suivre toutes les sinuosités de manière à occuper, pendant un dixième de chaque révolution totale, une hauteur assez élevée pour s'appliquer exactement sur l'une des dents *j* (fig. 13 et 14), pratiquées sur le cercle en acier C. Il résulte de cette disposition que la rondelle suivante A^2, a effectué un dixième de tour, puis successivement et de la même manière 2, 3, 4, 5, dixièmes, etc., jusqu'à ce qu'à son tour la position de son galet et de son excentrique fasse avancer la rondelle qui suit A^3, d'un dixième de tour, et ainsi des autres.

Les deux appareils que nous venons de décrire sont élevés à la hauteur

convenable par deux supports J qui font corps avec deux joues verticales en bronze I, c'est sur le contour ou la saillie intérieure de ces dernières que viennent s'ajuster les plateaux circulaires G, dont nous avons déjà parlé, et qui, comme on se le rappelle, sont solidaires avec l'arbre transversal B servant d'axe fixe ou de centre à tous les mouvements. Tous deux aussi sont recouverts par une enveloppe en tôle peinte et vernie H, rehaussée par les baguettes en cuivre *l*, et percée pour le passage de la tige de commande D'. Cette enveloppe est dégagée également suivant le sens longitudinal pour laisser lire la colonne de chiffres indicatrice et recouverte par une glace *o* pour empêcher l'introduction de la poussière et mettre l'instrument à l'abri de toutes les manœuvres qui auraient pour but d'en détériorer ou d'en changer la marche.

Il faut avoir le soin de remarquer que dans l'un ou l'autre des systèmes que nous venons de décrire, les rondelles sont toutes placées au commencement de l'observation dans des positions semblables, c'est-à-dire que tous les galets *e* occupent des positions semblables pour agir exactement les uns comme les autres, mais aussi que le second instrument est d'un montage beaucoup plus facile, d'un entretien plus simple et d'une douceur de mouvement beaucoup plus remarquable.

M. Évrard a déjà placé un assez grand nombre de ces instruments dans les mines, nous espérons qu'elles se répandront bientôt dans les usines et manufactures.

Le prix d'un tel appareil est de 400 fr., et présente une solidité telle, qu'il est de toute impossibilité qu'une pièce se dérange, même après le travail consécutif de plusieurs années.

Chaque instrument contient sept rondelles, par conséquent peut enregistrer jusqu'à 10 millions de tours ou de coups de piston; avec quelques rondelles de plus, on pourrait arriver à des nombres extrêmement élevés, qui permettraient d'indiquer les révolutions pendant bien des années, ce qui a fait dire à l'auteur que ce compteur était perpétuel.

COMPTEUR A HORLOGE, PAR M. PAUL GARNIER.

M. Paul Garnier, horloger-mécanicien, est l'auteur d'un nouveau compteur à horloge, servant à enregistrer à la fois, le nombre des coups de piston d'une machine à vapeur, ou, plus généralement, le nombre de périodes de mouvement d'une machine quelconque, et la durée totale du jeu de la machine.

« L'appareil se compose d'un compteur et d'une horloge qui peuvent être à volonté mis en rapport, de façon que la seconde s'arrête lorsque le premier cesse de marcher.

« Ce compteur diffère peu des compteurs ordinaires, que l'on a appliqués depuis longtemps aux machines à vapeur et autres, pour enregistrer le nombre de périodes de mouvement; il se compose de six cadrans mobiles dont chacun porte les dix chiffres 0, 1, 2, 3, jusqu'à 9. Le premier mobile à droite marque les unités

simples, le dernier marque les centaines de mille; de sorte que l'instrument peut accuser 999,999 périodes de mouvement. Les cadrans qui portent les chiffres sont appliqués contre la face interne de la boîte de l'instrument; celle-ci est percée de six trous correspondants aux six cadrans. Tous les cadrans étant amenés à l'origine dans une position telle que le zéro de chacun d'eux soit vis-à-vis du trou correspondant à la plaque, le nombre total de périodes de mouvement se trouve écrit à chaque instant, suivant les principes ordinaires de la numération décimale, et exprimé par l'ensemble des chiffres que les ouvertures de la plaque laissent apercevoir, les zéros qui sont à gauche des chiffres significatifs n'ayant aucune valeur.

« L'horloge est placée dans la même boîte que le compteur et à sa droite; elle est à ressort, à balancier avec spirale, et pourvue d'un échappement à repos, que M. Garnier a imaginé en 1830 et qu'il a appliqué depuis à la fabrication de ses pendules de voyage. Dans ce mode d'échappement, les axes du balancier et la roue qui est double sont perpendiculaires l'un sur l'autre; l'axe du balancier porte une portion de disque plan qui s'engage alternativement entre les dents des deux roues d'échappement; celles-ci sont taillées sur leur contour suivant des arcs de cercle rentrants, et agissent sur les bords du disque pour le repousser chaque fois qu'elles échappent.

« La communication entre le premier mobile à droite du compteur et l'horloge est établie à volonté au moyen d'un petit râteau qui tombe en vertu de son poids et dont les dents viennent s'engager dans celle d'une roue montée sur l'axe de la roue de champ. Cette roue est folle sur son axe; mais, au moyen d'un petit appareil très-léger, construit sur le principe de l'encliquetage Dobo, elle ne peut prendre un mouvement de rotation autour de son axe que dans un seul sens, qui est précisément opposé à celui dans lequel le poids du râteau tend à la faire tourner. Lors donc que les dents du râteau viennent s'engager dans celles de la roue, celle-ci se trouve fixée sur son axe, par l'encliquetage, et entraîne le râteau. L'axe sur lequel celui-ci est monté porte un bras qui, dans ce mouvement, se rapproche du balancier, et vient finalement s'appliquer contre le cercle de ce balancier, ce qui arrête son mouvement et celui de l'horloge. On voit qu'il s'écoule une certaine durée entre le moment où les dents du râteau s'engagent dans celles de la roue et celui où l'horloge s'arrête. Cette durée varie depuis deux secondes jusqu'à douze secondes, suivant la distance initiale du bras au cercle du balancier, à l'instant où le râteau se met en prise avec la roue. Or, cette distance peut être réglée à volonté par le mécanisme au moyen duquel on met en relation le râteau et l'horloge; en établissant cette relation, on règle la durée dont nous venons de parler, de façon à ce qu'elle soit plus longue que la durée maximum d'une période de mouvement de la machine à laquelle le compteur est appliqué. Chaque fois que le cadran des unités du compteur tourne d'une division sur son axe, un petit mécanisme relève le râteau : ce relèvement ayant lieu avant que le bras soit venu s'appliquer contre le cercle du balancier, l'horloge continue à marcher comme si elle était indépendante du compteur, tant que celui-ci marche; mais, si celui-ci s'arrête, l'horloge s'arrêtera également après une durée égale à celle d'une période de mouvement de la machine Le nombre de révolutions complètes de l'aiguille des heures de l'horloge est totalisé par une aiguille mobile devant un second cadran. L'appareil enregistrera donc à la fois la durée effective de la marche d'une machine et le nombre de périodes de mouvement pendant cette durée (1). »

(1) Rapport de M. Combes à la Société d'encouragement, le 7 février 1844.

COMPTEUR A CADRAN, PAR M. B.-E. SALADIN.

D'après une combinaison toute différente des appareils que nous venons d'examiner, M. Saladin a établi un compteur à cadran pour la mesure de la vitesse des arbres de transmission, reposant sur l'emploi de plusieurs systèmes d'engrenages et de vis sans fin, qui transmettent, en en modifiant la vitesse, le mouvement primitif de l'arbre sur lequel il est monté, à un système d'aiguilles qui indiquent sur un cadran le nombre de révolutions accomplies par cet arbre, en un temps donné. Par une disposition ingénieuse, les engrenages servent à la fois de roues et de vis sans fin; ce qui simplifie singulièrement tout le mécanisme. Les différents rapports entre ces roues et ces vis sans fin, y sont combinés ordinairement de manière que le nombre des tours de l'arbre de commande, représentant sa vitesse normale, corresponde aux heures de la journée, qui sont figurées sur le cadran, c'est-à-dire que si cet arbre doit, par exemple, accomplir 100 révolutions par minute, ou 6,000 par heure, le nombre de dents des différentes roues se trouve être tel qu'il existe entre la première vis sans fin, fixée sur la transmission même et donnant le mouvement, et l'aiguille des heures, un rapport de vitesse de 1 à 6,000, et de 1 à 100 pour l'aiguille des minutes. On a soin, le matin, avant de commencer à travailler, de ramener les aiguilles à l'heure correspondante à la mise en train et successivement toutes les heures de la journée seront indiquées sur le cadran du compteur, en coïncidence avec celles marquées par les horloges, si la vitesse normale du moteur a été maintenue. Si le compteur retarde, ce sera preuve que la transmission a marché trop lentement, et le contraire s'il avance. De la sorte, on peut donc, à tout instant du jour, en examinant la position des aiguilles, s'assurer si l'allure de la transmission a été normale, et cet appareil présente, par conséquent, un moyen simple et facile de contrôler à la fois l'exactitude de la personne préposée à la surveillance du moteur. C'est encore une sorte de régulateur sur une grande échelle. Dans une infinité de cas, son emploi peut, d'après cela, être fort utile, mais surtout dans les établissements où la qualité et principalement la quantité du produit dépendent plus immédiatement de la vitesse constante et soutenue du moteur. Ainsi, les tissages mécaniques, entre autres, les filatures de laine et de coton, mais plus particulièrement, à notre avis, les filatures de lin et celles en général qui font usage des métiers à filer continu, tireront bon parti de son application.

« On comprend, en effet, que plus est grande, dans un établissement, la part d'accomplissement de besogne réservée au moteur, et où le travail de l'homme approche davantage, par conséquent, d'un simple rôle de surveillance, plus la nécessité de maintenir l'impulsion donnée au moteur, et d'avoir à sa disposition un moyen simple de s'en assurer, doit se faire sentir; puisque le produit à obtenir en dépend, pour ainsi dire, entièrement dans ce cas: le plus ou moins d'activité de la part des ouvriers n'exerçant ici qu'une influence secondaire.

« Les établissements mus par la vapeur et dont le moteur est très-chargé, de façon à exiger de la part du chauffeur une attention extrêmement suivie, pour maintenir la vapeur au degré de tension convenable, peuvent, par ces motifs, être assimilés à ceux qui précèdent, quant à l'emploi de cet instrument. Celui-ci devient d'un grand secours aussi dans toutes les expériences où la vitesse des arbres de transmission entre comme élément dans les calculs à faire. Enfin, dans une infinité d'autres cas il peut être utile ou intéressant d'en faire usage.

« Ainsi, ne voit-on pas souvent des établissements rester au-dessous du produit

journalier qu'ils devraient fournir, uniquement parce que leur moteur, bien qu'il eût la force nécessaire de les mouvoir à la vitesse convenable, ne l'atteint pas dans tous les moments de la journée; soit qu'il y ait eu négligence de la part du surveillant, soit par suite de motifs qu'il serait facile de faire disparaître après que leur existence serait démontrée. Le compteur fera connaître tous ces vices; avec lui ils ne sauraient passer inaperçus, puisqu'il offre le moyen de s'assurer, sans aucune peine, de l'état réel des choses. »

« Il peut n'être point sans intérêt d'ajouter ici quelques mots sur un autre compteur, dû également à M. Saladin, et qui a été très-utilement appliqué par lui à beaucoup de machines de filature.

Il consiste en deux ou un plus grand nombre de roues dentées, en fonte, qui portent sur leur partie plane, et auprès de la circonférence un filet saillant en forme de spirale qui fait office de vis sans fin en engrenant avec la roue suivante. On obtient ainsi, d'une façon très-simple également, un rapport très-grand entre le premier engrenage et le suivant. Le plan que nous joignons ici fera facilement saisir cette combinaison.

« Ce compteur offre, comme l'autre, un précieux moyen de contrôle et peut servir au besoin de base pour déterminer le salaire des ouvriers à la tâche, sans être obligé de recourir au pesage, opération toujours accompagnée de beaucoup de détails; puisque, au cas particulier, elle se répète en général un très-grand nombre de fois, et est d'ailleurs plus ou moins sujette à erreur. Dans l'hypothèse que nous venons d'indiquer, on voit que l'ouvrier se trouvera payé d'après la longueur de la mèche ou du fil qu'aura livré sa machine, et il sera facile de faire ainsi concorder son salaire avec celui qui serait réglé d'après le poids, puisque, le numéro du fil restant le même, la longueur en est toujours proportionnelle au poids. Pour empêcher toute espèce de fraude, le compteur est fixé à la machine au moyen d'un boulon à écrou de forme particulière, et qu'on ne peut desserrer qu'avec une clef spéciale, qui est confiée au contre-maître. Celui-ci devra de plus s'assurer qu'aucune broche ne marche à vide, ce dont un simple coup d'œil le convaincra toujours. A la fin de la journée, ou même de la quinzaine, si la disposition du compteur comporte l'indication d'un nombre suffisant de révolutions, du cylindre auquel il est appliqué, on relève le chiffre auquel s'est arrêtée l'aiguille, et celle-ci étant ramenée à zéro, tout se trouve prêt pour la reprise du travail.

« Il existe déjà de pareils compteurs dans plusieurs filatures de ce pays, et employés soit, comme nous venons de le dire, en guise d'indicateurs pour se dispenser du pesage des produits, ou comme moyen ordinaire de vérification de la longueur de mèche ou de fil livré par une machine, ou enfin comme instrument de contrôle, qui permet de se rendre compte des motifs qui ont pu faire varier le produit journalier d'une machine en dehors des causes apparentes ou connues d'avance. (1) »

(1) Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, t. XIV, p. 501.

Fabrication et Raffinage du Sucre.

FILTRES A NOIR
POUR LA CLARIFICATION DES JUS SUCRÉS
EMPLOYÉS DANS LES RAFFINERIES,

De MM. PÉRIER fils, à Paris,

Et **SOMMIER** frères, à la Villette.

(PLANCHE 21.)

Les opérations nécessaires à la fabrication et au raffinage du sucre présentant entre elles quelque analogie en ce qui concerne principalement la filtration et la cuite des sirops, nous avons pensé qu'il ne serait pas sans intérêt d'expliquer en quelques mots les différences de manutention relativement aux filtres à noir et les opérations préliminaires de cette clarification. Nous publierons d'ailleurs, dans le courant du septième volume, les plans d'ensemble et d'installation d'une sucrerie à betterave, et nous nous étendrons sur toutes les opérations formant le traitement complet de ces matières (1).

Dans la fabrication du sucre de betterave et immédiatement après l'extraction des jus par les presses hydrauliques, le liquide obtenu coule dans un réservoir qui doit le distribuer aux chaudières à *déféquer*. Ces dernières ont pour objet de séparer les matières étrangères, l'albumine, les débris de cellules, etc., qui, combinées ou mélangées avec le sucre, rendraient l'évaporation de l'eau difficile, impossible même, et empêcheraient la cristallisation.

Sans nous arrêter sur la construction de ces chaudières, que nous aurons occasion d'examiner en détails, nous dirons seulement que la défécation du jus s'est obtenue d'abord à l'aide de l'acide sulfurique, plus tard par l'emploi simultané de la chaux et de l'acide sulfurique; puis enfin et

(1) Nous avons donné avec détail, dans les tomes Ier et V, les appareils à évaporer et à cuire les sirops de MM. Derosne et Cail, Louvrier-Gaspard, etc. Les appareils que nous avons publiés tome IVe, pour le filtrage de l'eau ou d'autres liquides n'ont pas de rapport avec ceux que nous allons faire connaître.

depuis l'application du noir animal à la filtration, par la chaux seule. Quelques fabricants y ont ajouté une faible quantité d'alun et ont obtenu de fort beaux produits et d'un goût excellent.

« Autrefois, dit M. Dumas dans son Traité de chimie (1), aussitôt après la défécation, le jus était évaporé à feu nu dans des chaudières spéciales, jusqu'à 20 et 30° de l'aréomètre Beaumé; arrivé à ce dernier terme, qui représentait une réduction des cinq sixièmes du volume, on soumettait le jus à une clarification semblable à celle qu'on emploie dans les raffineries. Cette méthode exposait donc, pendant toute la durée de cette longue évaporation, le jus à l'action de la chaux en excès et de toutes les autres matières étrangères que la filtration du noir fait disparaître. Aussi donnait-elle un grand déchet en sucre cristallisé et fut-elle bientôt abandonnée. »

Maintenant, dans toutes les fabriques de sucre, la filtration sur le noir suit immédiatement la défécation.

M. Figuier, de Montpellier, fut le premier qui, en 1811, annonça l'énergique propriété décolorante du charbon d'os; cette découverte fut bientôt suivie de la proposition de M. Derosne de substituer cet agent au charbon végétal; ses efforts, puissamment secondés par ceux de MM. Payen et Pluvinet, qui fabriquèrent en grand le noir animal, le firent adopter promptement dans la plupart des sucreries et surtout des raffineries. Pendant longtemps le noir animal ne fut employé qu'en poudre fine; à cet état il ne put rendre qu'une faible partie des services qu'il remplit maintenant.

M. Dumont, fabricant éclairé, auteur du perfectionnement le plus utile peut-être que la France puisse réclamer dans la fabrication du sucre, avait été frappé de l'augmentation de l'effet décolorant du noir animal, lorsque la filtration s'opère en entier au travers d'une couche épaisse de celui-ci. La difficulté était de déterminer cette filtration en un temps assez court et pour des sirops dont la densité s'élevait même jusqu'à 32° Baumé, et cela sans fausses voies; il y est parvenu d'une manière inespérée : 1° en éliminant du noir toute la poussière ou folle farine, en sorte que n'offrant que des grains d'une grosseur assez considérable, la masse fût spongieuse et par conséquent facilement perméable; 2° en construisant un filtre dans lequel le noir se trouve entièrement plongé dans le liquide, en sorte que cet agent perdant de son poids, le poids d'un égal volume d'eau, il tend beaucoup moins à se tasser; et les espaces ainsi maintenus plus larges, le liquide se répand plus librement dans les interstices de la masse, et il y circule sans fausses voies.

Ces conditions ont été favorablement remplies dans le filtre qui porte le nom de son inventeur, M. Dumont, et qui est représenté sur les fig. 4 et 5 de la pl. 21.

Un grand avantage que présente le noir animal en grains, c'est qu'il peut servir pour ainsi dire indéfiniment en ayant soin de le revivifier lors-

(1) Dumas, *Traité de Chimie appliquée aux arts*, tome VI, page 180.

qu'il est saturé de substances étrangères et lorsque son pouvoir décolorant est épuisé.

Une bonne revivification (1), opérée à une chaleur rouge, rend le noir presque aussi bon que lorsqu'il était neuf; et en y ajoutant une faible quantité de ce dernier, pour réparer les pertes, il reprend toute son énergie première.

Le jus filtré se rassemble dans un nouveau réservoir qui doit le distribuer aux chaudières d'évaporation, pour ensuite subir une seconde filtration sur les mêmes filtres et avec du noir neuf qui sert ensuite à passer la clairce.

Cette seconde filtration a pour but de retenir, à la faveur du noir animal, les substances étrangères qui avaient échappé à une première filtration, de séparer la chaux précipitée par l'évaporation, de retenir quelques autres sels, et enfin de décolorer le sirop que l'évaporation contribue à colorer.

Le sirop doit sortir des filtres clair et limpide, il est prêt alors à éprouver la cuisson et à donner des cristaux d'une belle nuance.

Ce sucre de premier jet, extrait de la canne ou de la betterave, égoutté et même claircé, n'est encore considéré que comme un produit brut qui exige un raffinage, ou comme nous l'avons dit, un nouveau traitement analogue dans plusieurs de ses parties avec la fabrication même.

Ainsi, après l'avoir fait dissoudre dans 30 p. 0/0 environ de son poids d'eau, on projette dans la solution chaude, 1/2 p. 0/0 de sang de bœuf, et 3 à 4 p. 0/0 de noir animal fin; on remue bien et on porte à l'ébullition. L'albumine du sang, en se coagulant, enveloppe toutes les particules en suspension, les réunit sous forme d'écumes, et opère ainsi la clarification. On cesse de chauffer et on soutire le liquide pour le filtrer dans des appareils construits comme ceux représentés sur les fig. 1 à 3, pl. 21.

Le sirop, débarrassé des matières en suspension, est encore plus ou moins coloré. On le fait alors passer au travers d'une couche épaisse de noir animal en grains, soit d'après le procédé Dumont (fig. 4 et 5), soit d'après ce procédé modifié (fig. 6), puis on le cuit dans un des appareils que nous avons donnés dans les 4e et 5e volumes qui précèdent.

Maintenant que nous avons reconnu les divers emplois du filtrage, nous allons examiner par quelle série de perfectionnements les appareils sont arrivés à leur état actuel.

Nous trouvons que MM. Benoist-Piniau fils et Guillon, à Orléans, sont les premiers qui furent brevetés pour *des machines et procédés propres à clarifier les sirops*. Leur brevet de 15 ans, qui date du 1er prairial an XIII (21 mai 1805), est basé principalement sur une nouvelle méthode d'opérer le raffinage du sucre et sur l'emploi du charbon de bois à la filtration. Moulé en briquettes uniformes et rebrûlé continuellement, ce charbon peut servir indéfiniment avec le même avantage que le neuf (2).

(1) Voir les appareils à revivifier, publiés dans le tome IV de ce recueil.

(2) Brevets expirés publiés, t. IX, p. 8.

Le 10 janvier 1810, M. Guillon prenait encore un brevet de cinq ans pour le même objet, c'est-à-dire pour une *nouvelle méthode d'utiliser les propriétés du charbon comme filtre et comme décolorant.*

Les filtres, dit l'auteur, sont des poches de toile ou de laine assujéties dans des paniers dont le fond est à claire-voie, ou dans des caisses de bois sans fond et posées sur une claire-voie aussi en bois. Ces paniers ou caisses reposent sur un plan incliné bâti en bois, garni de rebords, couvert en plomb avec une gargouille versant dans un réservoir de plomb ou de fer-blanc, et capable de contenir 500 kil. de sucre clarifié. Le sirop versé chaud dans les filtres les traverse d'abord chargé de noir, puis peu à peu il s'éclaircit, et quand il passe tout à fait clair, on remet par-dessus ce qui a coulé d'abord, et que, pour cet effet, on a soin de recueillir dans un vase mobile(1).

Treize ans plus tard, le 13 décembre 1823, un brevet d'invention de dix ans fut demandé par MM. Jolin-Dubois et Cie, et J. Dumont pour des *moyens de clarification, de filtration et de cuisson des sucres*, et fut par la suite complété par deux brevets d'addition et de perfectionnement. Dans leur brevet primitif, les auteurs proposent d'employer, pour la filtration, du sable commun de rivière mélangé avec du noir moulu très-fin, puis plus tard, dans le brevet d'addition qui leur fut délivré le 24 janvier 1828, ils proposent de remplacer le sable par du noir animal en grain contenant le moins possible de charbon de bois en poudre ; et enfin dans une seconde addition datée du 19 juin même année, ils emploient définitivement une seule sorte de noir de grosseur moyenne et égale. Les filtres peuvent être établis dans des caisses longues que l'on divise au moyen de cloisons pour former des carrés de la surface dont on veut avoir le filtre : ces caisses sont doublées en cuivre mince et munies de faux-fonds percés de trous ; ces derniers sont distancés de 15 à 16 centimètres environ, afin d'éviter le tassement du noir qui y est renfermé. De cette manière on peut sans inconvénient élever la hauteur du filtre à volonté, suivant la quantité ou proportion du principe colorant existant dans le sirop qu'on se propose de décolorer (2).

Le 17 septembre 1824, MM. Payen, Pluvinet, Morsier, Didier et Lecerf prirent un brevet de cinq ans *pour une matière charbonneuse propre à la décoloration des sirops, au raffinage des sucres, au traitement du jus déféqué des betteraves et des cannes à sucre*, composée de charbon minéral du schiste bitumineux calciné, mélangé avec environ trente centièmes d'os d'animaux. Ce mélange peut être ou pulvérisé en poudre fine après la carbonisation, ou mélangé à l'état de charbon ; dans tous les cas, il a été reconnu utile, quoique cela ne soit pas indispensable, d'ajouter au schiste, avant de le carboniser, trois centièmes de carbonate de chaux.

Le charbon, préparé par ces procédés, décolore très-sensiblement plus que le schiste calciné seul et broyé sans addition. De plus, le charbon ainsi obtenu, enlève complétement la chaux en solution, et en raison du charbon

(1) Brevets expirés, t. III, p. 149.
(2) Brevets expirés, t. XXVII, p. 122.

nimal et de la craie qui y sont unis, et il est capable de saturer les acides ui peuvent se rencontrer dans les sirops (1).

MM. Lieubant et Cᵉ ont les premiers songé à l'application de la vapeur u filtrage et à la *décoloration des sucres et sirops*. Dans leur brevet demandé pour cinq ans, le 19 mai 1828, ils n'indiquent aucune forme partiulière de cuve à filtrer, mais ils adaptent à leurs appareils trois robinets uperposés. Le premier, servant à obtenir l'humidité que l'on donne au oir; le deuxième, qui rend le sirop au degré que l'on désire après avoir ermé le premier, et le troisième par lequel on extrait l'eau que l'on a ersée sur le filtre, lorsque l'opération est achevée, afin d'enlever le sucre etenu par le noir et après avoir eu soin de fermer les deux premiers. On ait circuler la vapeur autour des parois creuses du filtre, qui contient, à ifférentes hauteurs, deux grilles métalliques, criblées de petits trous.

Le noir animal employé doit être de la grosseur d'une grosse poudre à anon; on le lave dans l'eau jusqu'à ce qu'il ne la noircisse plus, puis on e fait sécher (2).

Sous le titre de : *Filtre à clarifier les sucres*, M. Hervieu, raffineur à lantes, prit, le 25 mai 1829, un brevet d'invention de dix ans, dont le prinipe paraît avoir été suivi jusqu'à présent, sauf quelques modifications. ious laisserons parler l'auteur qui établit ainsi les considérations qui l'ont mené au perfectionnement composant son brevet :

« Pour obtenir un filtre propre à la clarification des sirops et qui réunisse ous les avantages désirables, il faut pouvoir passer la clarification à un egré fort élevé, que cette opération se fasse rapidement, de manière à ce u'au moment où le sirop entre dans la chaudière à cuisson, il conserve ncore une partie du calorique qu'il a reçu dans la chaudière à clarifier; ue cet appareil soit simple et peu dispendieux; que son élévation ne soit as trop grande et permette de l'employer partout; enfin qu'il soit cominé de manière à ce que les fourneaux et boîtes à filtres, actuellement mployés dans les raffineries, puissent bien servir, et qu'ainsi on puisse établir à peu de frais. Il faut encore que la *chausse* puisse se nettoyer et e vider parfaitement et sans qu'on soit exposé à la déchirer, qu'elle soit aite en étoffe de laine, qui donne plus promptement un sirop clair, dégagé le toutes matières étrangères.

« Pour passer les clarifications à un degré élevé, il faut multiplier les urfaces de la chausse le plus possible et écarter tout moyen de pression, soit par la presse, soit par le propre poids du liquide; ce moyen n'étant propre qu'à déchirer les chausses et même à retarder la filtration, en bouchant les pores de l'étoffe par les impuretés du sirop; la hauteur des chausses n'est nullement nécessaire pour obtenir une filtration prompte : pour preuve de cette assertion, on a remarqué qu'à la fin de l'opération, c'est-à-dire au moment où il reste le moins de sirop dans les chausses et

(1) Voir encore les *Brevets expirés*, t. XVIII, p. 256.
(2) Id. XXV, p. 366.

où la chaleur est moins considérable, la filtration n'en a pas moins lieu.

« On a multiplié la surface des chausses en les faisant très-étroites, mais fort longues; quant à la hauteur, elle est réglée conformément à celle des boîtes à filtres, qui est ordinairement de 2 à 3 pieds, soit 65 à 100 centimètres.

« En laissant les chausses ouvertes dans toute leur longueur, c'est-à-dire de toute la longueur des boîtes à filtres ordinaires, cette large ouverture permet de retourner les chausses avec une grande facilité et d'enlever ainsi le noir immédiatement. Cette grande dimension des poches a pour résultat de répartir le poids des clarifications sur une grande surface, et de nécessiter une force moins grande dans l'étoffe qui sert à faire cette poche : on peut donc employer l'étoffe de laine ordinaire, dont les poils, longs et serrés, retiennent plus facilement les matières étrangères et amènent plus facilement la clarification. Un autre avantage de cette grande dimension des poches, c'est qu'elles peuvent recevoir un grand nombre de clarifications sans que l'on soit obligé de les vider ou de les changer de place.

« Enfin, pour éviter la difficulté que les ouvriers peuvent avoir à enlever les chausses réunies, on les sépare de manière à ce qu'on peut les placer et les retirer une à une, chaque jour, lorsque les clarifications sont terminées et que l'on veut vider les chausses.

« C'est d'après ces considérations et observations que le nouvel appareil a été construit (1). »

Le filtre est formé d'une boîte ayant la forme d'un parallélipipède; sa partie inférieure reçoit un robinet pour l'écoulement des jus filtrés, et sa partie supérieure est garnie de traverses en bois qui servent à retenir les vingt poches à boutonnières qui s'y adaptent.

Dans un brevet d'addition pris le 28 novembre 1833, l'auteur s'est attaché à démontrer que pour rendre l'usage du filtre moins dispendieux et plus facile, on ajouterait aux chausses en laine d'autres chausses en toile (2), dont le seul effet serait de soutenir le choc du liquide, et de préserver ainsi les chausses en laine auxquelles elles servent de doublure (3).

L'appareil à filtrer les sirops et laver les écumes, breveté pour quinze ans, en faveur de madame Degrand, le 31 août 1830, comprend toute une fabrication que nous n'avons pas à examiner ici, mais à laquelle est joint un filtre qui en forme le complément et qui est établi sur un principe tout à fait neuf. Sa forme est cylindrique; supporté d'un côté par l'axe d'une manivelle coudée et de l'autre par un collier, il peut tourner à volonté. En dedans du collier est une boîte à étoupes; les deux têtes, au fond, sont des plateaux à bord renversé, en cuivre, un peu convexes; ils sont liés entre eux par quelques barreaux principaux et un assez grand nombre de barreaux plus petits, formant avec le fond une cage à

(1) Les filtres employés maintenant et représentés fig. 1 à 3, sont sous beaucoup de rapports établis d'après ces considérations.

(2) On se borne maintenant à cette seule application de la toile.

(3) *Brevets expirés*, t. XXXIX, p. 108.

paroi cylindrique. Les plis du *blanchet* ou filtres proprement dits, se logent en dedans des espaces qui séparent les barreaux l'un de l'autre, et, pour que ces plis demeurent développés, on place dans chacun d'eux une planche de bois, plus mince à son bord intérieur qu'au bord extérieur, et qui a presque la longueur du pli dans lequel elle est logée. Ces planches ne désaffleurent pas le blanchet, et on les contient en leur lieu par un ou plusieurs systèmes de cercles ronds, à charnière, en cuivre mince et assez étroit, qu'on serre avec des vis ou des petits leviers. C'est au moyen de cercles semblables qu'on arrête les têtes du blanchet sur les bords renversés des fonds du cylindre, et qu'on les y comprime assez fortement pour prévenir la fuite du sirop. Lorsque le liquide est admis dans ce filtre, un homme le fait tourner et met ainsi toutes les espèces de poches en mouvement pour aider au filtrage naturel à travers le blanchet (1).

MM. Poncin-Spyns et Ce, à Bourbourg (Nord), prirent, le 12 mai 1836, un brevet de cinq ans pour *la filtration des jus de betteraves et autres* reposant sur un principe d'hydrostatique bien connu et dont l'application paraît avoir donné d'heureux résultats.

Ce filtre à double effet est formé de deux cylindres en contact, séparés par une cloison verticale et communiquant entre eux par la partie inférieure seulement; un diaphragme est placé dans chaque cylindre sur une nervure d'arrêt à 10 cent. au-dessus du fond; chaque diaphragme étant recouvert d'une toile, le noir est jeté dessus de manière à remplir l'un des cylindres jusqu'à 10 centimètres de son bord supérieur et l'autre jusqu'à 25 centimètres de ce même bord.

Les deux cylindres ainsi remplis de noir, on superpose à la partie supérieure du premier un diaphragme coffré, percé de trous et garni d'une toile, et l'on y verse le sirop à filtrer. Le liquide traverse toute la colonne de noir, et par la communication inférieure tend à se mettre en équilibre dans la seconde caisse, de telle sorte que la ligne de niveau, dans celui-ci, suit tous les mouvements progressifs de celui-là, jusqu'à ce qu'elle atteigne le niveau d'un robinet dégorgeoir; alors le sirop, après avoir filtré doucement à travers les deux colonnes de noir, s'échappe par le robinet de sortie en quantité égale à celle du sirop nouveau que l'on ajoute.

Ce mode de filtration, disent les auteurs, nous a donné des avantages beaucoup plus grands qu'on ne pouvait le supposer d'une application facile, mais jusqu'alors inusitée, du principe naturel de l'équilibre et de la pression des liquides.

D'après ce même principe, on est conduit au perfectionnement de monter des filtres à trois et même à quatre tubes; dans ce cas il est indispensable que le réservoir d'alimentation soit placé à une hauteur suffisante pour donner aux couches de liquide, une impulsion telle, que le coulage soit toujours abondant et soutenu au robinet de sortie des jus décolorés (2).

(1) *Brevets expirés*, t. LVII, p. 471.

(2) *Brevets expirés*, t. XLVI, p. 31.

Le 23 juin 1838 M. Dumont prit un nouveau brevet de dix ans, pour un *procédé de clarification des sucres*, dans lequel on lit, que la forme comme le genre du filtre dont on se servira n'ayant aucune importance sur les résultats, il suffit d'exposer le principe sur lequel repose le nouveau mode de filtration, lequel consiste essentiellement dans l'immersion, dans le sirop, du tissu à travers lequel la filtration doit s'opérer, de manière que la surface externe de celui-ci se trouve recouverte de sirop comme ses parois, jusqu'à une hauteur indéterminée que l'on pourra fixer au moyen d'un tuyau placé sur un des côtés du filtre Ce tuyau devra communiquer, par sa partie inférieure, avec le niveau du fond de la caisse intérieurement; sa hauteur, bien qu'elle soit arbitraire, devra, pour réunir les meilleures conditions, avoir celle des deux tiers de la caisse du filtre : c'est par l'extrémité supérieure de ce tuyau que s'écoulera le sirop, au fur et à mesure que la filtration s'opérera.

Le brevet repose principalement sur la suppression du sang dans la clarification; on le remplace d'une part par la gélatine et de l'autre par le tannin, et généralement toutes les substances tannantes, astringentes et autres jouissant de la propriété de précipiter la gélatine de sa dissolution (1).

Nous avons représenté sur la fig. 11, pl. 21, une nouvelle disposition de filtre à vapeur, brevetée dans le principe, le 3 juin 1839, au nom de M. Beisson, sous le nom de *Filtre à l'usage des raffineries de sucre, dit Filtre-Beisson*, et cédée depuis à M. Marchand, le 22 juillet 1839, puis à M. Illy, le 29 avril 1842.

Le principe de ce filtre repose sur l'emploi de la vapeur, qu'on fait arriver par le tuyau A dans une sphère creuse B. A celle-ci est adaptée un assez grand nombre de tuyaux ou trompes C, par lesquels elle jaillit dans la masse, pour y aider la filtration.

Le filtre, ou plutôt la capacité contenant la matière filtrante, se compose d'une cuve métallique D, garnie à sa partie supérieure d'un rebord à gouttière en bois *a*, sur lequel se place le blanchet en toile *b* séparé de la cuve par une claie d'osier *c*; la partie inférieure est recouverte par le faux-fond E. Pour maintenir solidement le blanchet pendant les opérations, et en même temps pour éviter une manœuvre trop longue à chaque montage et démontage du filtre, on a surmonté le rebord *a*, d'une bride ou cercle *a'*, qui pénètre dans la gouttière, et qui, pressée par les *serre-joints d*, offre toute la résistance désirable.

Le couvercle F est muni des divers tuyaux et robinets qui servent, soit à la prise de vapeur A, soit à sa sortie *e*, ou encore aux épreuves pendant les opérations *f*; il porte en outre un regard *g* par lequel on peut surveiller le jus en traitement et l'espèce de cloche cylindrique G qui maintient la haleur dans le centre de la filtration. Le liquide décoloré s'écoule à la

(1) *Brevets expirés*, t. XLIV, p. 184.

partie inférieure par le tuyau *h*, et son niveau dans la cuve est constaté par le robinet *i*.

Nous ignorons le succès qu'a pu obtenir un tel filtre, mais nous pensons qu'à part l'application de la vapeur, dont la question n'est pas encore jugée, il présente, dans sa manœuvre et son agencement, des complications inutiles et inhérentes au mode même de filtration.

Pour compléter l'exposition des inventions, changements ou découvertes apportés dans la filtration des sirops, nous mentionnerons le *filtre condensateur* de M. Cousin, de Bordeaux, représenté fig. 12 et 13, pl. 21, et breveté pour cinq ans, en date du 29 août 1840.

C'est le système Taylor modifié. On reconnaît par les figures qu'il se compose d'une capacité cylindrique en cuivre A, ayant à sa base un réservoir circulaire B pour recevoir toute la vapeur qui se condense dans toutes les parties de ce corps. Cette disposition permet de maintenir la clairce à une certaine température qui la rend propre à acquérir plus promptement le degré de cuisson.

Tout l'ensemble du filtre est surmonté d'une cuvette C, fermant hermétiquement et recevant tous les sacs à noir *a*, par lesquels s'opère la clarification. Un tuyau d'air *t* est placé à la partie supérieure de la dite cuvette afin que la pression sur les matières ne soit jamais exagérée et ne cause, par suite, des accidents.

Lorsque la cuvette est fermée avec soin, l'ouvrier ouvre le robinet *b* du décantoir D, et le sirop alimente constamment.

« La cuvette étant en contre-bas du décantoir, dit M. Cousin, le sirop en presse la partie supérieure tenue par la fermeture *d*, et n'étant plus en contact avec l'air conserve un fort degré de calorique ; par la pression qu'il exerce sur les surfaces filtrantes, il passe au travers d'une plus forte couche de noir animal ; sa décoloration est supérieure, et les quantités de clairce obtenues sont d'un tiers en plus. »

« Un filtre ainsi perfectionné condense une plus grande quantité de vapeur et augmente le degré de la claire, ce qui produit un grand avantage pour arriver au point de cristallisation et donner une grande économie de combustible. »

CLARIFICATION. — PREMIÈRE FILTRATION.

DESCRIPTION DES FILTRES EMPLOYÉS DANS LA RAFFINERIE DE M. PÉRIER FILS, A PARIS, ET REPÉSENTÉS FIG. 1 A 3, PL. 21.

Pendant longtemps, le filtre Taylor était employé exclusivement à la première filtration des clarifications ; son but était donc de séparer, dans le plus court délai, toutes les matières en suspension dans le sirop ; aussi pré sentait-il, dans sa construction, un moyen simple de multiplier les surfaces filtrantes dans une enveloppe resserrée. Il se composait d'un sac de coton de 50 centimètres de large sur 1 mètre de long, contenu dans un fourreau

ouvert des deux bouts, en toile forte et claire, et large seulement de 18 centimètres. Ce fourreau maintenait le sac en coton irrégulièrement plissé, sans que l'on prenne aucun soin pour obtenir cet effet; des ajustages coniques soudés contre le fond supérieur et le fond inférieur maintenaient les sacs par les deux bouts.

Dans la plupart des raffineries on a heureusement perfectionné les filtres Taylor d'après la modification importée par M. Schroder, de Londres. Voici comment :

Dans une grande caisse de 2 mètres en tout sens, on dispose verticalement une vingtaine de sacs plats renfermant chacun une claie en osier de 3 à 4 centimètres d'épaisseur; ces claies maintiennent l'écartement des deux parois du sac. Le produit qu'on veut filtrer est versé en entier dans l'espace libre qui environne les sacs, et la filtration, contrairement au système Taylor, se fait du dehors au dedans. Le liquide filtré s'écoule dans un double fond par une ouverture ménagée à la partie inférieure du sac. On voit de suite les avantages de ce dernier mode de filtration; les sacs n'ont pas besoin d'être renouvelés si fréquemment, puisqu'il ne s'y fait aucun dépôt; par cette raison même la filtration est plus prompte.

Les filtres employés chez M. Périer fils et qui sont aussi une modification des filtres Taylor, sont représentés en plan, fig. 1[re], de manière à laisser voir, par une supposition de plans gradués, une portion du filtre vu en dessus, une autre dégagée des poches et montrant la grille de bois intermédiaire, et enfin une troisième permettant de se rendre compte de la grille inférieure criblée de trous, sur laquelle sont placées les couches de noir.

La fig. 2[e] est une coupe verticale et longitudinale de l'ensemble tout monté et en activité, faite suivant la ligne 1-2.

La fig. 3[e] représente la coupe transversale desdits appareils faite suivant la ligne 3-4.

Ces différentes figures sont dessinées à l'échelle de 1/20[e].

La caisse A, contenant les matières filtrantes et à filtrer, est formée de feuilles de tôle assemblées et rivées; l'écartement est maintenu par les parois même et par une forte entretoise *l* se boulonnant à l'extérieur; sa partie inférieure est munie d'un robinet B, par lequel s'écoulent les jus clarifiés (fig. 1, 2 et 10). A chaque opération nouvelle que l'on veut effectuer, on dispose à l'intérieur de cette caisse les substances et ustensiles suivants :

D'abord les traverses *a*, qui servent à élever la grille en faux-fond C, à 6 ou 8 centimètres du fond réel de la cuve. Cette grille, dont une partie est représentée en plan sur la fig. 1, est garnie de poignées *b*, qui servent à la manœuvre, et est criblée d'une infinité de petits trous *c*, qui laissent bien passer le liquide, mais qui retiennent parfaitement les couches de noir. On place ces dernières par bandes successives de peu d'épaisseur *d*, et on a le soin de bien les tasser pour éviter les vides qui nuiraient à la filtration; le tout est recouvert d'une véritable grille en bois D, de sorte que le mélange ou le boursouflement est impossible et que le liquide a tout l'espace qui lui est nécessaire.

Lorsque la matière filtrante (le noir en grain) est ainsi disposée et renfermée, on garnit les parois de la caisse de quatre longues claies en osier *e*, puis on recouvre le tout d'un *blanchet* ou grosse toile *f* qui forme un immense sac dans lequel on place encore les poches E, recevant directement la *clairce* (1). Ces dernières, au nombre de dix-sept, sont toutes séparées par des claies *g* (2) pour éviter leur contact, et sont enchâssées sur les traverses F, percées de larges orifices rectangulaires *h*. C'est par ces ouvertures que s'écoule le liquide à filtrer, qu'il pénètre dans les poches oblongues, puis s'écoulant par les interstices de celles-ci, qu'il traverse le blanchet *f*, et enfin toute la couche de noir pour s'écouler par le robinet inférieur dans des rigoles en cuivre qui le conduisent aux filtres décolorants.

Dans la raffinerie de MM. Sommier frères, à La Villette, les filtres, quoique construits sur des dimensions et sur des principes analogues, présentent toutefois des particularités assez importantes. Ainsi la filtration, au lieu de s'opérer du dedans au dehors des poches, s'effectue, au contraire, de l'intérieur de la caisse au dedans de ces dernières, ce qui oblige naturellement à placer les claies à l'intérieur des sacs, et à verser le liquide dans la caisse établie en outre en bois et doublée de cuivre. Cette méthode présenterait l'avantage de ne pas fatiguer les poches par le poids du liquide, qui dans le système précédent doit tendre toujours à les déchirer.

Toutefois, dans l'un ou l'autre de ces filtres les résultats obtenus sont sensiblement les mêmes et peuvent se résumer ainsi, d'après les notes que nous devons à l'obligeance de M. Sommier.

La filtration, une des plus importantes opérations des raffineries de sucre, a lieu, comme nous l'avons dit, dans deux espèces de filtres. Les premiers servant à la clarification, ce sont ceux que nous venons de décrire; les deuxièmes servant simplement à la décoloration, ce sont ceux représentés fig. 4 à 7.

Voici le travail approximatif des filtres clarificateurs.

En supposant une usine munie de cinq filtres rectangulaires, ceux-ci filtreraient chacun 6 chaudières de clairce d'un diamètre de $1^{m}\,60$ et d'une hauteur de 85 centimètres, par conséquent d'une capacité de

$$1^{m}\,60 \times 3.14 \times 0.85 = 1619 \text{ litres},$$

ou en totalité

$$5 \times 6 \times 1919^{\text{lit}} = 57570 \text{ litres}$$

dans un espace de 14 à 15 heures.

Ce résultat peut varier dans de très-larges limites, suivant le degré de la clairce, la nature du sucre, la quantité de noir. Il est exact, en supposant

(1) Nom qu'on donne aux sirops sortant des filtres ou des chaudières de clarification.

(2) Ces claies règnent dans toute la hauteur du filtre; sur le dessin, elles n'ont que la dimension des poches, et sont supportées par trois montants *i*, mais il est préférable évidemment de les établir uniformément sur toute la hauteur.

la clairce à 30°. Plus le degré est élevé, moins les appareils filtrent vite; les sucres gras, ainsi que les sucres des colonies qui ont toujours subi un peu de fermentation pendant le voyage, sont plus difficiles à clarifier que les sucres secs, et filtrent moins vite que le sucre de betterave.

Dans tous les cas, on est obligé de tenir la clairce à 28° environ.

La quantité de gros noir qui forme le fond des filtres est insignifiante, et varie dans de très-larges proportions, on peut l'estimer de 2 à 5 p. 0/0 de la quantité du liquide à filtrer.

Dans les filtres que nous décrivons, elle forme 150 à 200 kilog. environ.

DÉCOLORATION. — DEUXIÈME FILTRATION.

DESCRIPTION DES FILTRES EMPLOYÉS DANS LES RAFFINERIES

De M. PÉRIER fils, Boulevard de la Santé, et de MM. Alex. et Ach. SOMMIER, à la Villette,

REPRÉSENTÉS FIG. 4 A 7, PL. 21.

FILTRES-DUMONT. Le sirop privé de toutes les matières étrangères en suspension est ordinairement reçu dans un réservoir à clairce qui le distribue aux filtres-Dumont placés à un étage inférieur.

Ces filtres sont représentés en coupe verticale perpendiculaire l'une à l'autre sur les fig. 4 et 5. Ils se composent d'une caisse en tôle G, ayant la forme d'une pyramide quadrangulaire tronquée et renversée; dans la partie inférieure de cette caisse, et toujours à une distance de 6 à 8 centimètres du fond, on place un double fond *j* muni des poignées *o*, et recouvert d'une toile humide *k*, sur laquelle on met couche par couche du charbon animal *d'*, humecté préalablement et tassé à l'aide d'une espèce de truelle. On le remplit ainsi de charbon dans la plus grande partie de sa hauteur, et on recouvre le tout d'une toile métallique *m*, sur laquelle on fait arriver les sirops qui le traversent et s'échappent par un robinet *n*, ménagé au fond de l'appareil. La toile criblée s'engorge quelquefois des particules que contient le jus, il est alors facile de la remplacer.

Les réservoirs destinés à alimenter cet appareil doivent être munis de deux robinets, un pour empêcher de fonctionner à volonté, et un autre *p*, placé dans l'intérieur même du filtre-Dumont et disposé de manière à maintenir un niveau constant dans le filtre. La clef *q*, de ce dernier, est fixée à une tige *r* qui porte un cylindre de métal creux et fermé *s*, de manière à ce qu'il ne s'enfonce qu'en partie dans le liquide. Lorsque celui-ci baisse, le cylindre le suit, agit sur la clef et ouvre le robinet; quand, par suite de l'écoulement, le cylindre remonte, il agit sur l'extrémité de la tige et diminue l'orifice d'arrivée.

L'action du charbon animal est décolorante, mais elle a aussi pour but de séparer une foule de matières étrangères au sucre, et que l'on désigne par le nom de *mucilage*.

La disposition adoptée par MM. Sommier frères est toute différente et

beaucoup plus avantageuse sous certains rapports. Ici on a multiplié les couches de noir de manière à leur faire atteindre une hauteur d'environ 3m 60 ce qui permet d'obtenir du premier coup des liquides parfaitement décolorés. La manœuvre s'exécute, au reste, de la même manière, le liquide arrive toujours par le triple conduit t dans le robinet u et le conduit v (voy. les détails, fig. 8 et 9) d'où il se projette sur le noir d^2 en passant par le petit auget x. Un cylindre s', lié à la tige r', accomplit la même manœuvre que dans les filtres-Dumont et maintient toujours le niveau constant.

La cuve H, qui est formée d'une haute capacité légèrement conique, est enveloppée de douves en bois y, retenues par les cercles z, et reçoit, à sa partie inférieure, une grille métallique C′, un trou d'homme J par lequel on débarrasse le noir à chaque opération. Un robinet L permet l'écoulement des jus décolorés et communique avec le fond même du filtre comme dans les systèmes précédents.

NOUVEAUX PROCÉDÉS MÉCANIQUES

PROPRES A LA FABRICATION DE DRAPS FEUTRÉS, PAR M. FORTIN BOUTEILLIER,

Filateur, fabricant de drap à Beauvais.

On a proposé et mis à exécution divers procédés pour fabriquer des étoffes feutrées ; mais la plupart très-compliqués, très-dispendieux, ont été abandonnés après avoir coûté pour leur établissement des sommes considérables.

M. Fortin, qui s'occupe depuis longtemps de la filature de laine et de la fabrication des draps, a été amené à s'occuper aussi tout naturellement du feutrage, et à rechercher des moyens simples et peu coûteux pour parvenir à effectuer cette opération avec une grande économie de temps, de main-d'œuvre et de mécanique.

Comme précédemment il avait fait des applications de la vapeur dans les préparations des laines cardées-peignées, il s'est convaincu, après quelques essais, qu'avec son concours on parviendrait à feutrer avec facilité et sans employer d'appareils bien compliqués.

Pour cela M. Fortin a imaginé d'établir une table d'une certaine étendue, percée d'une grande quantité de petits trous, et formant en dessous une espèce de boîte dans laquelle on fait arriver un courant de vapeur. On couche sur cette table une nappe de laine cardée, de l'épaisseur qu'on juge convenable pour la force du feutre, puis on recouvre cette nappe d'une planche en bois sur laquelle on fait promener un système de plusieurs rouleaux parallèles, en suivant un mouvement de va et vient.

On comprend sans peine que par cette action des rouleaux qui marchent et pèsent de tout leur poids sur la planche, on détermine une espèce de frôlement qui fait que les filaments de laine tendent à se lier les uns aux autres, et la vapeur qui sort par tous les petits trous de la table facilite cette liaison intime, en pénétrant dans toutes les parties, de sorte qu'en continuant ainsi l'opération pendant quelque temps, on obtient véritablement un feutre d'une grande consistance, qui peut parfaitement subir ensuite l'opération du foulage, si on le juge nécessaire, et suivant les applications que l'on veut en faire.

FABRICATION DES MONNAIES,

JETONS ET MÉDAILLES.

BANC A TIRER LES BANDES MÉTALLIQUES,

Construit par l'Usine de Graffenstaden,

Sous la direction de M. MESMER, Ingénieur,

POUR L'HÔTEL DES MONNAIES DE STRASBOURG.

(PLANCHE 22.)

Les moyens employés pour la fabrication des monnaies d'or, d'argent ou de cuivre, comprennent deux opérations distinctes; la préparation des *flans* ou des rondelles de diamètres et d'épaisseurs variables, et leur impression ou l'empreinte de la gravure que l'on reproduit sur chaque face et même sur le champ. A une époque où l'on paraît s'occuper activement de la refonte des monnaies de billon, il n'est sans doute pas indifférent de faire connaître une partie, au moins, des machines et des procédés proposés pour cette fabrication, qui est évidemment d'une certaine importance, d'autant plus, d'ailleurs, que ces machines et procédés trouvent naturellement d'autres applications dans l'industrie, comme par exemple la confection des médailles, des jetons, adresses métalliques, etc.

La préparation des flans est une opération qui, quoique très-simple en elle-même, est cependant assez délicate, à cause de la précision extrême qu'il faut apporter dans le travail et dans les outils pour satisfaire aux conditions exigées et ne pas dépasser la limite de la tolérance qui est, comme on le sait, très-restreinte. Par la méthode généralement suivie jusqu'ici, on commence par laminer des plaques fondues à une certaine épaisseur, et avec l'alliage des matières spécifiées par le règlement; puis quand ces plaques sont réduites à très-peu près à l'épaisseur voulue pour les pièces auxquelles elles doivent servir, on les découpe en bandes de largeur correspondante au diamètre de ces pièces, à l'aide de découpoirs ou mieux de cisailles analogues à l'une de celles que nous avons déjà publiées précédemment.

Mais ces bandes, qui ont passé à des laminoirs ordinaires semblables à ceux qui sont en usage dans les fabriques de fer, de cuivre, ou d'autres métaux, n'ont pas toujours une parfaite égalité d'épaisseur dans toute leur étendue, de sorte que les flans que l'on y découperait, si on ne les régularisait pas préalablement, ne présenteraient pas toute la rigueur nécessaire en épaisseur et en poids. Pour atteindre l'exactitude désirable, on emploie dans différents hôtels de monnaies, des bancs à tirer, appelés communément *dragons*, construits avec beaucoup de soin et auxquels on soumet ces bandes avant de les découper, pour les rectifier et les mettre autant que possible à la même épaisseur. Il est certain que l'on n'y passe pas celles qui contiennent des piqures, des pailles, ou la moindre soufflure apparente à l'œil nu; elles sont mises au rebut pour être jetées au creuset avec les lingots.

A l'exception de M. Debladis, gérant des usines de Fourchambaut, nous ne sachons pas que personne ait cherché à modifier le système de préparation des flans, qui ne laisse pas que d'être long et dispendieux, non-seulement par les diverses manipulations qu'on fait subir au métal, mais encore par les nombreux recuits qu'on est obligé de lui donner pendant l'opération, et par les déchets qui résultent des rebuts. Si, comme nous l'espérons, le procédé proposé par M. Debladis pour la fabrication des flans destinés à la monnaie de billon, est accepté, nous en parlerons avec détails.

En attendant, comme le *dragon* ou le banc à tirer les bandes métalliques, construit par M. Mesmer, ingénieur de Graffenstaden, est un outil précieux qui se recommande par sa bonne exécution et par les diverses applications que l'on peut en faire dans l'industrie, nous avons cru devoir le faire connaître.

DESCRIPTION DU DRAGON OU BANC A TIRER,
REPRÉSENTÉ FIG. 1 A 6, PL. 22.

La fig. 1re représente une coupe longitudinale de la machine. — La fig. 2e est une section transversale faite par l'axe de la roue motrice. — Et la fig. 3e une vue par bout du côté des cylindres étireurs.

On voit par ces figures que la bande métallique A, qui doit être soumise à l'action de l'appareil, est serrée à l'une de ses extrémités par une pince mobile en fer B, formée de deux branches assemblées à charnière autour du tourillon *a*. Ces branches sont coudées vers l'autre bout pour se rapprocher et embrasser en partie l'axe *b*, qui fait corps avec le chariot C.

Cette disposition est telle, que plus le chariot tire, plus la pince sert la bande, et par conséquent plus celle-ci est tenue solidement, de sorte que l'on peut être certain qu'elle n'est pas susceptible d'être abandonnée pendant la marche de la machine.

Le chariot est mis en mouvement par une chaîne sans fin du système de Galle. Les maillons *c* de cette chaîne sont réunis par des goujons *d* en

acier ou en fer trempé, de manière à faire exactement l'office d'une crémaillère à fuseaux cylindriques, qui s'engagent successivement dans les dentures des deux disques ou plateaux D, D'.

Les axes *e*, *e'* de ces plateaux sont mobiles dans des coussinets de bronze, rapportés au milieu de la hauteur du banc en fonte E. Le premier des deux axes est prolongé au dehors du bâtis pour porter la grande roue droite en fonte F, qui engrène avec le pignon droit G, dont l'arbre *f* porte la poulie motrice H, afin d'être mise en activité par le moteur même de l'usine.

Lorsque cette poulie et les deux engrenages sont en marche, si on engrène le toc ou crochet *g* (fig 1re) dans l'un des goujons de la chaîne, celle-ci entraîne naturellement le chariot dans la direction indiquée par la flèche. Pour que ce chariot suive toujours une direction exactement rectiligne et horizontale, son axe *b* porte deux galets à rebords I qui roulent sur toute la longueur de parties *h* fondues avec le banc et préalablement dressées sur leur surface supérieure.

Lorsqu'on veut arrêter la marche du chariot, et par suite celle de la pince, il suffit de décrocher le toc *g* et de soulever la poignée *i*; le chariot pivote alors autour de l'axe *b* avec d'autant plus de facilité qu'il est chargé en tête d'une sorte de contre-poids *j*; en prenant le manche *k* pour soulever la première branche de la pince, on la dégage de l'axe et on desserre la bande que l'on peut alors enlever aisément.

A la tête du banc est rapportée et fixée par des boulons une plaque en fonte J évidée vers le centre, et sur laquelle est appliqué le support fixe K, destiné à recevoir les cylindres lamineurs ou étireurs *l*, *l'*. Mais la position de ce support est exactement réglée au moyen d'une vis buttante *m*, dont la tête porte un petit volant que l'on fait tourner à la main, et au moyen de deux clavettes *o*, *o'* qui se terminent comme le montre la fig. 3, chacune par un filet de vis, afin de permettre de les serrer au degré convenable par de petits écrous molettés. Le cylindre inférieur *l* est ajusté à l'entrée du support et retenu par la platine *n*, et le cylindre supérieur *l'* est ajusté au bas de la plaque L, et retenu par la plaque *n'*.

Ces différentes pièces sont exécutées avec le plus grand soin et ajustées de manière à ne pouvoir se déranger lorsque une fois elles sont réglées dans la position relative qu'elles doivent occuper.

Les deux cylindres *l*, *l'* sont, comme on le pense bien, en acier trempé; ils portent à l'une de leurs extrémités les manettes *p*, *p'*, au moyen desquelles on peut les retenir assez solidement pour les empêcher de tourner. On fixe ces manettes au moyen de petits goujons que l'on introduit dans les trous des secteurs *q*, *q'*. Les platines *n*, *n'* sont également en acier; la première porte deux joues latérales *r* (voyez les détails fig. 4, 5 et 6), afin de servir de guides à la bande métallique A.

Cette disposition de cylindres étireurs, qui remplacent le système de filière ordinaire, est très-avantageuse pour l'opération à laquelle elle s'applique, et comme elle permet d'opérer avec une grande exactitude, nous ne

doutons pas qu'on en fasse l'application pour des fabrications autres que celle de la monnaie. Nous pensons qu'elle peut être mise en usage avec succès toutes les fois que l'on voudra étirer des bandes qui exigent une grande régularité.

Cette machine est donc, selon nous, susceptible de rendre service dans plusieurs branches d'industrie.

PRESSE A CYLINDRES

POUR FRAPPER LES PIÈCES DE MONNAIE, JETONS, MÉDAILLES, ETC.,

PAR M. BOVY, DE GENÈVE, ET CONSTRUITE PAR M. CARLIER, A PARIS.

(PLANCHE 22.)

Le principe sur lequel repose cette presse est tout à fait différent de ceux des machines mises en usage jusqu'ici pour la fabrication des monnaies. Il consiste simplement en deux cylindres à axes parallèles à mouvement de rotation continue, et tournant en sens contraire, comme dans les laminoirs.

Ces cylindres renferment, à leur contour extérieur, des matrices ou poinçons gravés, propres à l'impression des pièces que l'on veut fabriquer.

Ils permettent d'y appliquer des viroles lisses, des viroles cannelées, des viroles brisées à légendes, etc., comme dans les machines connues.

La fig. 7 (pl. 22) est une coupe transversale de la machine, faite perpendiculairement à l'axe des cylindres.

La fig. 8 est une section verticale faite par cet axe.

On voit par ces figures que l'un de ces cylindres, celui du dessus A, reçoit l'action du moteur ; son axe se prolonge suffisamment en dehors de la cage pour porter un engrenage B, commandé par un pignon B′ qui est monté sur l'arbre de couche en fer C. Cet arbre, muni d'un volant à frein C′, peut être mis en mouvement par un moteur quelconque, au moyen des poulies D, D′.

Le second cylindre A′ est à peu près construit comme le premier et d'un diamètre égal, comme portant le même nombre de poinçons.

Deux roues droites en fer EE′, taillées avec soin, sont rapportées à l'une des extrémités des cylindres pour se communiquer le mouvement.

Dans le milieu renflé du second cylindre A′, et sur son contour extérieur, sont pratiquées des excavations destinées à recevoir des poinçons ou matrices *a* (fig. 10) de forme cylindrique, qui reposent dans le fond de leur cabinet sur des calles ou disques métalliques *c*, lesquels règlent exactement leur écartement par rapport au centre ou à la circonférence du cylindre. Des buttoirs *b*, placés de chaque côté des matrices parallèlement aux génératrices du cylindre, sont logés dans des entailles faites exprès sur celui-ci, pour presser les poinçons et les faire marcher successivement d'une certaine quantité du dedans au dehors. Cette marche est nécessaire pour déterminer la sortie de la pièce qui a été imprimée ; mais pour qu'elle

puisse avoir lieu, les buttoirs remontent aux instants voulus des cames qui les repoussent à propos, tandis que des ressorts *d* les ramènent bientôt à leur position primitive.

Au milieu et dans le pourtour du premier cylindre A sont aussi faites des entailles propres à recevoir les poinçons à rotule *a'* d'une forme hémisphérique (fig. 9), afin de pouvoir prendre un léger mouvement d'oscillation, nécessité par la rotation même des cylindres sur eux-mêmes. La face droite qui termine chaque poinçon et qui est gravée, passe exactement par le centre de la sphère, mais la circonférence extérieure de cette face doit être un peu excentrée, par rapport à la surface même de cette sphère. Cette forme d'ailleurs est très-convenable, en ce qu'elle permet de faire les poinçons en acier fondu et d'obtenir une trempe régulière très-homogène, et surtout bien moins susceptible d'accidents.

Des coussinets, ou coquilles convenablement ajustées, peuvent être, au besoin, rapportés dans le fond des cabinets sphériques de ces poinçons, afin d'être renouvelés au besoin. Ils peuvent être en acier trempé, et à l'aide d'un système de calles et de vis de rappel, on conçoit aisément qu'on pourrait les régler avec toute la précision désirable, comme aussi centrer les poinçons avec la même exactitude. On n'a pas à craindre, par ce moyen, qu'ils soient susceptibles de prendre du jeu, puisqu'on peut toujours y remédier.

Des ressorts en acier *e* (fig. 7) viennent s'appuyer par le bout sur les bords échancrés des poinçons-rotules, afin de ramener ces derniers à la position naturelle qu'ils doivent occuper dès qu'ils ne sont plus en regard des premiers poinçons *a*.

Pour diminuer le frottement des poinçons *a'* on a pratiqué dans l'intérieur même du cylindre A plusieurs petits canaux ou conduits, qui permettent d'y faire arriver de l'huile de l'extérieur de la machine, afin de les tenir constamment graissés pendant le travail.

Un tube ou canon F, renfermant les pièces que l'on veut frapper, est destiné à livrer successivement chacune de ces pièces à l'action des poinçons dont les cylindres sont munis. Il est aisé de voir, par la fig. 7, comment elles peuvent ainsi se présenter entre ces dernières. En effet, la circonférence extérieure du second cylindre A' est enveloppée de platines aciérées *f*, qui sont percées chacune à leur milieu d'un trou cylindrique égal au diamètre même des poinçons *a*; ces platines sont destinées à former le cordon ou le bord extérieur de la pièce; elles peuvent être disposées de telle sorte d'ailleurs, que le cordon soit uni, cannelé ou à légende, comme on le jugerait nécessaire. Or, chaque poinçon *a* se trouve en retraite par rapport à ces platines, d'une quantité qui est proportionnelle à l'épaisseur même de la pièce à frapper. Ainsi, lorsque les cylindres se trouvent dans une position telle que l'exprime la fig. 7, la première pièce qui est au bas du canon est en contact avec la surface de la platine; mais aussitôt que le poinçon, qui se trouve à l'arrière, se présente à l'embouchure de ce canon, la pièce

tombe naturellement dans le vide formé par la platine, et se pose sur la face plane gravée du poinçon. Alors les cylindres continuent à marcher, le poinçon amène cette pièce vers le prochain poinçon rotule qui, pour faciliter son introduction entre eux deux, pivote légèrement sur lui-même, comme s'il tournait autour d'une charnière. La pièce ainsi saisie est bientôt complétement engagée entre les faces gravées des deux poinçons, et se trouve de cette sorte imprimée des deux côtés à la fois.

Et comme par l'énorme pression qu'elle reçoit dans ce passage, elle tend naturellement à augmenter de diamètre, elle se trouve, par cette raison, imprimée aussi sur tout son pourtour, au moyen de la bride qui l'enveloppe exactement dans toute sa circonférence.

C'est alors qu'il faut la dégager, car prise ainsi, elle adhère nécessairement au poinçon du cylindre A ; cette opération s'effectue avec la plus grande facilité au moyen des buttoirs *b*, dont nous venons de parler, et qui rencontrent à propos les cames fixes saillantes, par lesquelles ils sont poussés ; et l'espèce de couteau ou de grattoir à contre-poids *g* achève de faire tomber la pièce.

Les cylindres ont leurs collets ou tourillons reçus dans des coussinets qui ne leur permettent pas de jeu dans le sens de leur longueur, parce qu'ils forment une large base de chaque côté ; pour plus de sûreté, afin que les centres des poinçons restent constamment dans un même plan perpendiculaire à l'axe des cylindres, ceux-ci sont exactement emboîtés entre les deux joues des cages forgées qui reçoivent leurs coussinets. Ces derniers sont serrés au moyen des coins à vis *h* que l'on peut régler à volonté.

Les pièces, enlevées comme nous venons de le dire, aussitôt qu'elles ont passé à l'action des poinçons, à l'aide des buttoirs qui les dégagent, s'en échappent sans aucun choc, et par conséquent sans éprouver aucune atteinte. Rencontrées par le couteau *g*, elles tombent dans une boîte que l'on renferme dans la caisse J, servant de bâtis à la machine.

Le produit d'une telle machine, mue par un moteur continu et régulier, est de plus de 100 pièces à la minute, soit de 60 mille pièces par journée de 10 heures, travail bien plus considérable, comme on le voit, que celui obtenu par les presses à balancier, dans lesquelles il faut une puissance énorme, comparativement à celle nécessaire pour celle-ci. Aussi il résulte de l'emploi de ce système, non-seulement un bien plus grand nombre de pièces frappées dans le même temps, mais encore une économie de force motrice notable.

Cette presse ne fait pas de bruit lorsqu'elle fonctionne, et n'est susceptible d'aucun dérangement ; elle est d'une construction simple et occupe peu de place. L'ouvrier chargé de la conduire peut être dans une sécurité complète pendant son travail.

Dans des circonstances accidentelles où quelque obstacle se présenterait pendant la marche de la machine, celle-ci est encore construite de telle sorte qu'elle pourrait s'arrêter d'elle-même. Ainsi le volant C', qui est placé

sur l'arbre de commande, n'est pas invariablement fixé sur cet arbre, il y est retenu par une espèce de frein, fig. 8, qui le rend libre de tourner sur lui-même, sans entraîner l'arbre, dès qu'une résistance plus grande que celle habituelle se rencontre à l'action des poinçons, de sorte qu'on en est aussitôt prévenu, et on peut aisément y porter remède.

M. Bovy proposait d'appliquer à cette presse un appareil simple et peu dispendieux, servant à compter ou à peser toutes les pièces qu'elle fabrique. Ce compteur, qu'il est facile de concevoir du reste, devait être mis en mouvement par l'arbre même.

Nous sommes convaincu qu'une telle machine est susceptible d'un grand nombre d'applications dans la pratique ; nous avons cherché à la faire connaître avec quelques détails, afin qu'elle puisse au moins donner l'idée, en y apportant les modifications nécessaires, de fabriquer, à l'aide de cylindres, divers objets autres que les pièces de monnaie, les jetons et les médailles. Les produits que nous avons vu fabriquer plusieurs fois chez M. Carlier nous ont donné la certitude qu'on pouvait imprimer, non-seulement avec une très-grande rapidité, mais encore avec toute l'exactitude désirable.

Disons aussi que M. Carlier a apporté dans l'exécution de cette machine un soin et une précision extrêmes, qui n'ont pas peu contribué à sa bonne marche.

Aussi nous ne doutons pas que si l'inventeur avait vécu il aurait obtenu le placement de plusieurs machines semblables à l'hôtel des monnaies de Paris.

NOUVEAU PROCÉDÉ PROPOSÉ PAR M. BÉGUIN,

POUR L'IMPRESSION DES MONNAIES, MÉDAILLES ET AUTRES OBJETS D'ORFÉVRERIE OU DE BIJOUTERIE. — FIG. 11 ET 12, PL. 22.

Ce procédé consiste à ajuster dans une paire de matrices (fig. 11 et 12), un certain nombre de coins d'acier gravés à l'avance, suivant le genre de figure, de dessin ou d'ornement que l'on veut reproduire sur les pièces, et de renfermer ces matrices (après les avoir superposées), dans une boîte rectangulaire, pour les faire passer entre deux cylindres unis comme ceux d'un laminoir ordinaire. Ce passage aux cylindres se faisant très-rapidement, on imprime en un instant un grand nombre de pièces.

On voit par la section verticale, fig. 11, que les coins ou poinçons p,p', ajustés dans chacune des matrices M sont d'une forme légèrement conique et désaffleurent leur surface intérieure d'une petite quantité, et pour qu'ils soient tous maintenus à la même hauteur, chaque matrice est recouverte à la face extérieure d'une forte plaque P de même dimension qu'elle. Une platine mince *m* est rapportée entre les deux matrices, et est percée d'un nombre de trous égal à celui des coins ; elle sert à maintenir chaque pièce à imprimer en regard des poinçons ; cette plaque est en acier trempé préa-

lablement bien dressée sur toutes ses faces, et présentant une égale épaisseur sur toute son étendue.

Le système est ajusté avec soin dans un cadre rectangulaire en fer N qui retient les matrices après que les pièces sont en place, et permet de les présenter aux cylindres du laminoir sans craindre qu'elles ne se dérangent.

M. Béguin, qui est fabricant d'orfévrerie, a fait ses premiers essais avec des matrices gravées pour des petits couverts qu'il a ainsi imprimés au laminoir. Ses expériences l'ont convaincu qu'on pouvait appliquer cette idée à une foule d'objets de bijouterie, d'orfévrerie et même de coutellerie.

Aussi il en a fait le sujet d'un brevet d'invention de quinze ans qu'il a pris le 7 avril 1845.

NOUVEAU SYSTÈME DE TOUR SANS SUPPORT,

propre à aléser et tourner des surfaces cylindriques et coniques,

Par M. PAPEIL, Mécanicien, à Paris.

Dans les différents systèmes de tours que l'on a proposés et exécutés jusqu'ici, on s'est constamment servi d'un support à chariot sur lequel se place l'outil propre au tournage ou à l'alésage des pièces, et d'une poupée mobile ou contre-poupée, placée sur la même ligne que la poupée fixe qui porte l'arbre principal et les mouvements, et n'ayant qu'un mouvement dans le sens de l'axe de la machine. Ces dispositions présentent l'inconvénient d'exiger de centrer la pièce montée sur le plateau du tour très-exactement avant de commencer à l'aléser, ce qui prend beaucoup de temps et de peine; elles sont d'ailleurs compliquées, et rendent l'appareil beaucoup plus dispendieux.

Par le système de tour que M. Papeil a imaginé, on a l'avantage, d'une part, de supprimer le support à chariot ou porte-outil, et de l'autre, de pouvoir placer le porte-lames, qui est alors dépendant de la poupée mobile, dans la direction convenable par rapport à la pièce qu'on veut travailler, sans être obligé de chercher à centrer celle-ci et de l'assujétir exactement sur le plateau du tour.

Ainsi, la poupée mobile est disposée de telle sorte que non-seulement elle peut se mouvoir dans la direction même de l'axe, mais encore dans une direction perpendiculaire à cet axe, et de plus, pivoter sur elle-même, de sorte que l'on peut toujours lui faire prendre la position qu'on désire, qu'on veuille aléser soit des trous cylindriques, soit des trous coniques. Le porte-outils ou le porte-lames est en outre disposé pour avancer seul, par le mouvement même du tour, sans le secours de la main de l'ouvrier.

DIVERS SYSTÈMES

DE TURBINES HYDRAULIQUES,

PAR

MM. André KŒCHLIN et Cᵉ, de Mulhouse,

M. Jacques ANDRÉ, de Vieux Thann, et MM. LAURENT et DECKHERR, au Châtelet.

(PLANCHE 23.)



Depuis que l'on a reconnu les avantages que peuvent présenter, dans bien des cas, les turbines hydrauliques ou roues horizontales, lorsqu'elles sont bien entendues, bien construites, plusieurs ingénieurs et mécaniciens se sont occupés de ce sujet, et ont proposé successivement des dispositions plus ou moins heureuses, pour obtenir de ces moteurs le meilleur effet utile possible. Déjà nous avons fait connaître dans le premier, le deuxième et le quatrième volume de notre Recueil, divers systèmes qui ont eu du succès, comme les turbines de M. Fourneyron (1), de M. Fontaine, etc.

Comprenant toute l'importance que ces moteurs acquièrent, surtout dans les localités où les roues à augets et les roues à aubes planes emboîtées dans des coursiers circulaires ne peuvent être appliquées avantageusement, nous cherchons à mettre autant que possible nos lecteurs au courant de ce qui se présente sur cette question qui intéresse évidemment un très-grand nombre d'industries.

On sait que les turbines ont l'avantage de pouvoir marcher, étant plus ou moins noyées, par conséquent elles peuvent encore fonctionner, lorsque des roues verticales seraient complétement arrêtées par des engorgements trop grands. Cet avantage est apprécié toutes les fois que les chutes d'eau sont très-variables, et que le niveau inférieur surtout est susceptible de s'élever considérablement. Elles ont bien aussi, du moins, jusqu'à un certain degré, le mérite de pouvoir dépenser des volumes d'eau plus ou moins considérables, mais il faut dire cependant que la plupart de celles que l'on a construites à cet effet, sont trop limitées, et ne permettent pas d'avoir des

(1) Le brevet de turbines délivré pour 15 ans, en 1832, à M. Fourneyron, est aujourd'hui dans le domaine public; on peut le voir dans le tome LXᵉ des *Brevets expirés*, publiés par le ministère de l'agriculture et du commerce.

capacités suffisamment variables, pour répondre souvent aux différences énormes qui existent dans les dépenses, à diverses époques de l'année. On comprend difficilement, en effet, qu'on puisse faire une roue qui soit susceptible de ne débiter tantôt que 500 litres d'eau par seconde, par exemple, et tantôt 2 à 3,000 litres et plus.

Et pourtant, malgré la difficulté, plusieurs constructeurs ont cherché à résoudre le problème, en tâchant d'obtenir, dans chaque cas, un effet utile maximum, par rapport à la chute disponible. Déjà nous avons parlé du système de turbine double proposé par M. Fontaine, pour la solution de cette question, et nous savons qu'il en a fait plusieurs fois l'application depuis. Nous allons faire connaître aujourd'hui celui que propose M. André, l'un de nos premiers mécaniciens pour l'exécution des moteurs hydrauliques, et des transmissions de mouvement; nous donnerons ensuite celui de MM. Laurent et Deckherr, qui s'occupent beaucoup aussi de ce genre d'appareils, ainsi que des moulins à blé.

TURBINE DOUBLE DE M. ANDRÉ, DE THANN,
REPRÉSENTÉE FIG. 1, PL. 23.

Cette turbine dont nous indiquons la section verticale faite par l'axe sur la fig. 1re, a été proposée par M. André, au sujet d'une demande que nous avons été chargé de lui faire par une personne de nos amis, et qui, nous n'en doutons pas, ne tardera pas à se réaliser. On désirait un récepteur hydraulique capable de fournir une force moyenne utile de 40 chevaux, avec une chute variable depuis 0^m 80 jusqu'à 2^m 50, et une dépense d'eau disponible beaucoup plus grande d'ailleurs que celle nécessaire pour la puissance demandée.

Comme on le voit, en admettant que la turbine puisse donner 60 p. 0/0 d'effet utile, dans le cas de la plus grande chute, et seulement 50 p. 0/0 dans le cas de la chute la plus faible, il faut la disposer de manière qu'elle dépense des volumes d'eau extrêmement variables et très-grands. Car avec la hauteur de 2^m 50 pour produire 40 chevaux utiles, ou

$$40 \times 75 = 3000 \text{ kilogrammètres}$$

il faut $\frac{3000}{2,50 \times 0,60} = 2000$ litres, ou 2 mètres cubes d'eau

puisqu'on suppose que le moteur utilise les 0,60 de la force brute; et avec la chute de 0^m 80 seulement, il faut

$$\frac{3000}{0,80 \times 0,50} = 7500 \text{ litres}$$

c'est-à-dire un volume d'eau qui est près de 4 fois plus grand.

Or, il est à présumer qu'on obtiendra plutôt 60 p. 0/0 d'effet utile avec la chute de 2m 50 et le volume d'eau de 2 mètres cubes que 50 p. 0/0 avec la chute de 0m 80 et le volume de 7 à 8 mètres cubes; par conséquent on voit qu'il faut réellement une turbine d'une capacité variable pour satisfaire à de telles conditions.

M. André, comme M. Fontaine, de Chartres, ou plutôt son successeur, M. Fromont, qui continue la construction des turbines et des moulins, ont donc proposé pour de tels cas, des récepteurs doubles, qui ont deux vannages, de telle sorte que lorsque la dépense d'eau est considérable, on ouvre tous les orifices de la turbine ou le plus grand nombre, et quand, au contraire, la dépense est beaucoup moindre, on n'en ouvre qu'une partie.

Le système de M. André consiste, comme le montre la fig. 1re, en une grande couronne de fonte A, divisée en plusieurs compartiments, par des cloisons verticales concentriques, afin que les aubes comprises entre chacune d'elles soient indépendantes parce que, comme l'observe l'auteur, si on ne mettait pas de séparations, à cause de la grande largeur de la couronne les « aubes étant engendrées par une génératrice commune, s'appuyant d'une part à l'axe du système, et de l'autre contre la courbe « moyenne prise au milieu de la largeur, elles ne sauraient satisfaire aux « conditions d'entrée et de développement, à cause de la variation de « vitesse relative de la roue, sur les divers points de l'aube dans le sens du « rayon. »

Pour améliorer l'aubage dans ce sens, M. André divise donc la largeur en plusieurs parties *a*, *b*, *c* et *d*, et il procède alors séparément pour le trait de la courbure de chacune de ces parties.

Quant au distributeur B qui se trouve au-dessus de la turbine, le constructeur l'établit aussi avec une cloison intermédiaire *e*, de manière à le diviser en deux compartiments annulaires, dont l'un *f* sert à communiquer avec les aubes *a* de la roue, et l'autre plus grand *g* avec toutes celles, *b*, *c* et *d*, qui sont alimentées à la fois,

Ces deux compartiments du distributeur sont fermés, indépendamment l'un de l'autre, par les vannes C et D, qui, comme on le voit bien sur le dessin, ont chacune la forme d'un demi-tore, ou d'une surface annulaire engendrée par des demi-cer les, ayant pour diamètres les largeurs mêmes des compartiments.

Chaque vanne est suspendue à quelques tringles verticales *h*, *h'* qui se réunissent à leur partie supérieure, par une disposition analogue à celle que l'on a vue employée dans la turbine publiée tome 4e de ce Recueil.

La turbine est supposée devoir faire 24 révolutions par minute, moyennement; son diamètre extérieur, dans le haut est de 3 mètres, par conséquent sa vitesse à la circonférence par seconde, est de

$$\frac{3 \times 3,1416 \times 24}{60} = 3^m\ 77$$

On sait que la vitesse de l'eau correspondante à la hauteur de 2m 50 est de

$$V = \sqrt{2gh} \text{ ou } \sqrt{19,62 \times 2,50}$$

soit de 7m 003 par 1″ (1).

Le diamètre de la turbine, mesuré au milieu de la largeur des aubes *a*, est de 2m 68, par conséquent la vitesse moyenne de ces aubes est de

$$\frac{2^{m}68 \times 3,1416 \times 24}{60} = 3^{m}\,37 \text{ par } 1''.$$

ou environ les 0,48 de celle de l'eau.

C'est le seul compartiment *f*, qui est ouvert, lorsque la chute disponible est de 2m 50, parce qu'on dépense alors le moindre volume d'eau ; ainsi, ce sont les aubes *a* seules qui reçoivent et transmettent l'action à la turbine.

Lorsqu'au contraire la chute est réduite notablement, on ferme la vanne C, et on ouvre la vanne D, pour distribuer l'eau sur la roue par le compartiment *g*. La dépense s'effectue alors à la fois par les aubes *b*, *c* et *d*.

Au besoin, on pourrait augmenter la capacité en ouvrant les deux vannes, et par suite en distribuant l'eau par tous les orifices en même temps.

Nous ne pourrions assurer quel pourrait être le rendement d'une telle turbine, puisqu'elle n'est pas encore exécutée, mais on doit être persuadé par avance que tout en présentant l'avantage de permettre de débiter dans certains cas des volumes d'eau considérables, elle ne peut donner un effet utile proportionnellement aussi grand, dans les basses chutes, que dans les moyennes ; c'est, au reste, ce qui a lieu le plus généralement avec les divers systèmes de turbines. Mais là n'est pas la question principale, puisque la dépense d'eau est toujours plus considérable qu'il n'est nécessaire.

M. André évite les effets de la contraction de la veine fluide, en donnant à son distributeur la forme évasée, comme le montre le dessin. Cette pièce est en fonte, assujétie sur une forte charpente E, qui elle-même est supposée assise sur des pilastres ou pieds en fonte F ; son moyeu est en forme de cloche sur la surface de laquelle l'eau glisse librement ; il est percé à son centre pour le passage de l'arbre vertical G de la turbine.

Cet arbre est fondu creux d'une seule pièce, et porte deux tourteaux ou disques de fonte H, qui y sont solidement retenus par des clés ou nervures, pour recevoir la couronne de la roue, laquelle y est boulonnée sur toute la circonférence. Un pivot d'acier I est rapporté au centre d'un manchon fixe J, et reçoit la crapaudine en bronze *i*, ajustée avec soin à la partie inférieure de l'arbre, dans laquelle elle est logée entièrement ; un tube intérieur *j* y amène constamment de l'huile pour graisser ce pivot, et une platine en fer *k* empêche qu'elle ne s'échappe au dehors. Le manchon J est renfermé dans une poëlette de fonte K qui est scellée sur un massif en pierre, et sa position est réglée par des vis de centrage.

(1) Voyez les tables sur les chutes d'eau, tome 1er, 1re livraison.

Le constructeur nous a dit qu'une telle turbine reviendrait à 12 ou 13000 francs, sans la pose, ni le transport, et sans les frais de maçonnerie ni de charpente. Nous devons ajouter que M. André s'est fait breveter depuis 1846 pour son système de turbine perfectionnée.

TURBINES DITES A DOUBLE EFFET, PAR MM. A. KOECHLIN ET Ce, FIG. 2, ET FIG. *a* ET *b*, PL. 23.

Quoique ce système soit connu, et qu'il ait déjà été publié dans les bulletins de la Société de Mulhouse et de la Société d'Encouragement, nous avons pensé qu'il ne serait pas superflu d'en parler dans notre Recueil, à cause du succès qu'il a eu généralement, et du principe particulier sur lequel il repose.

Ce principe est ainsi exposé par les auteurs mêmes :

En mettant en communication deux biefs superposés, par un tuyau dont on resserre la section par un récepteur placé en un point quelconque, pris dans sa hauteur, la vitesse de la veine fluide, à l'endroit ainsi resserré, sera celle due à la différence de hauteur des deux niveaux.

L'on conçoit donc que ce récepteur, convenablement disposé, sera capable de transmettre toute l'action due à la vitesse à lui imprimée par le passage de la veine fluide.

Cette heureuse application nous permet de placer notre récepteur, ou notre turbine, à un point quelconque pris dans la hauteur de la chute, suivant les convenances; la colonne inférieure pouvant être prolongée à volonté, sans toutefois dépasser l'équilibre de la pression atmosphérique. Ainsi, l'action de l'eau se produit simultanément, par la pression de la colonne qui est supérieure au moteur, combinée avec l'attraction de la colonne qui lui est inférieure, et de cette combinaison nous avons tiré la dénomination de *Turbine à double effet.*

D'après ce principe, les constructeurs ont établi leurs moteurs, soit vers la partie supérieure de la chute (fig. 2), comme on a pu le voir sur le modèle même qu'ils envoyé à l'exposition de 1844, soit vers le milieu de la chute, et notablement au-dessus du niveau inférieur.

La turbine est construite, au reste, sur le système d'Euler, comme celle de M. Fontaine, que nous avons donnée avec détails dans le 4e vol. Ainsi, elle consiste en une zone horizontale mobile A, en fonte, environnée de ses aubes *a*, et ajustée sur l'arbre vertical B qu'elle entraîne dans son mouvement de rotation. Elle est surmontée de la couronne fixe C munie des aubes conductrices *b*.

Cette couronne est renfermée dans un cône en fonte D, qui sert de bâtis à tout le récepteur, et porte en outre la crapaudine *c* du pivot de l'arbre. Dans les turbines de petite dimension, ce double cône repose sur un tuyau en fonte ou en tôle, qui sert de conduit, et qui se prolonge jusqu'à la partie inférieure de la chute. Pour les turbines qui doivent dépenser de grandes quantités d'eau, on remplace le tuyau par un puits en maçonnerie. Une vanne est appliquée au bas de la chute, pour servir à régler la dépense

d'eau dans de certaines limites. Pour tous les cas où la diminution du volume d'eau à dépenser est considérable et dure pendant quelque temps, on garnit les intervalles des aubes de la roue avec des coins obturateurs qui diminuent la capacité des canaux de circulation du liquide, et que l'on place ou enlève en peu de temps, en mettant le réservoir à sec.

Quoique l'expression de turbine à double effet ne nous paraisse pas exacte, il n'en est pas moins constant aujourd'hui que les turbines construites par MM. A. Kœchlin et Ce, ont donné de bons résultats comme on peut s'en convaincre par le rapport fait au nom du comité de mécanique, à la société de Mulhouse, qui au sujet de cette turbine, s'exprime ainsi :

L'idée nouvelle de placer la turbine à telle hauteur de la chute que l'on veut frappe tout le monde, et il résulte de cette facilité, de grands avantages pour la construction du moteur et pour l'emplacement destiné à le recevoir.

MM. André Koechlin et Ce disent, dans leur notice, « que le récepteur peut être « placé à un point quelconque, pris dans la hauteur de la chute, la colonne infé- « rieure pouvant être prolongée à volonté, sans toutefois dépasser l'équilibre de la « pression atmosphérique. »

Nous avons étudié avec soin cette question, qui constitue la nouveauté du système de la turbine à double effet. Examinons d'abord ce qui arrive lorsque le récepteur est placé à une hauteur au-dessous de celle à laquelle fait équilibre la pression atmosphérique, soit à moins de 10m 50 au-dessus du niveau d'aval. Il est bien entendu que le canal d'amont présente encore une hauteur d'eau convenable, au-dessus de la roue, et que celle-ci doit être construite de manière à ce que le maximum de son débit puisse être fourni par le cours d'eau disponible. Supposons un instant le tuyau inférieur, ou de fuite, hermétiquement fermé à l'endroit resserré où se trouve logée la turbine ; la pression de l'atmosphère, agissant sur l'orifice de sortie, qui se trouve noyé, fera équilibre à toute la colonne d'eau renfermée au-dessous de la turbine. Si, maintenant, on donne passage à l'eau à travers le récepteur, il est évident que toute molécule d'eau, passant à travers ce récepteur, sera sollicitee par une vitesse due à la hauteur de la chute. Afin que l'action soit complète sur la roue, il faut nécessairement que l'orifice de sortie soit plus grand que l'orifice maximum que présente la roue au passage de l'eau.

Si on voulait utiliser une chute plus élevée que 10m 50, et que l'on plaçât le récepteur au-dessus de cette hauteur, à laquelle fait équilibre la pression de l'atmosphère, que se passerait-il dans le tuyau de fuite, qui se trouve au-dessous du récepteur? fig. *a*.

Le niveau de l'eau viendrait s'abaisser jusqu'à la hauteur A, où l'eau serait tenue en équilibre par la pression de l'atmosphère, et il se formerait un vide au-dessous du récepteur R, lequel peut être comparé à la chambre barométrique. Chaque molécule d'eau passant à travers le récepteur, dans cet état des choses, sera sollicitée par une vitesse due à la pression d'une atmosphère, égale à la colonne d'eau AB, qui reste au-dessous du récepteur; plus à une colonne d'eau RC, agissant directement au-dessus du récepteur. La portion de la chute RA, qui se trouve entre le récepteur et le sommet de la colonne d'eau équilibrée par l'atmosphère, sera complétement perdue pour l'action, et il serait à craindre que l'eau agisse fort mal sur la roue, en se précipitant à travers ses augets, dans la partie vide d'air RA, qui se trouverait au-dessous.

A l'appui de ce raisonnement, nous avons fait une expérience fort simple, dont voici le résultat :

Un tube en verre BC (fig. *b*), d'un mètre environ de hauteur, est terminé à son extrémité supérieure, en forme d'entonnoir, dans lequel s'ajuste un bouchon conique R, percé d'un petit trou.

En appuyant le doigt sur l'extrémité inférieure, et en soulevant le bouchon, on remplit le tube de mercure, que l'on verse par l'entonnoir, jusqu'à ce que celui-ci soit aussi rempli ; puis on place le bouchon R, et on introduit l'extrémité inférieure du tube dans un bain de mercure ; après quoi on retire le doigt. On a ainsi un véritable tube barométique, et si le mercure était bien purgé d'air et d'humidité, la pression atmosphérique maintiendrait une colonne d'une hauteur d'environ 0^{m} 76 (celle d'une colonne barométrique).

Dans l'expérience dont il s'agit, le baromètre marquait 0^{m} 75, et le mercure ne s'est élevé dans le tube qu'à la hauteur de 0^{m} 64. La partie supérieure AR renfermait donc de la vapeur d'eau et de l'air raréfié.

L'ouverture pratiquée dans le bouchon R, laissait couler un filet de mercure, qui traversait la chambre barométrique, et faisait osciller légèrement le niveau supérieur de la colonne, autour du point A, sans changer d'une manière sensible la hauteur de cette colonne.

Nous concluons que, dans l'espèce de turbine qui nous occupe, le récepteur ne peut être placé utilement, pour les grandes chutes dépassant 10^{m} 50, qu'à la hauteur à laquelle on place ordinairement les pompes aspirantes ; c'est-à-dire qu'il ne faut pas s'exposer à laisser se former un vide au-dessous du récepteur.

C'est, du reste, un cas très-rare, auquel on applique les turbines, et pour toutes les chutes les plus usitées dans l'industrie, on pourra toujours poser la roue très-près du niveau d'amont : ce qui présente d'immenses avantages en construction.

Terminons cet article par un extrait du rapport fait à l'Académie des Sciences, par M. Morin.

Cette turbine a été introduite dans les ateliers de construction de MM. A. Kœchlin et compagnie par feu M. Jonval, qui avait pris, le 27 octobre 1841, un brevet comprenant trois moteurs de ce genre, disposés sur un même canal ou tuyau de circulation, et destinés à fonctionner ensemble ou séparément selon l'abondance des eaux. L'un d'eux, à axe horizontal, était à la partie supérieure ; le deuxième, à axe vertical, vers le milieu de la chute, et le troisième, à axe horizontal, dans le bas. En 1843, Jonval céda les droits que lui assurait son brevet, à MM. A Kœchlin. Dans les ateliers de ces habiles constructeurs, et à l'aide de leur expérience, la turbine proposée par Jonval reçut des perfectionnements notables. Sur les trois dispositions indiquées par l'auteur, on admit, à peu près exclusivement d'abord, celle qui place la roue entre les deux niveaux supérieur et inférieur ; mais récemment, dans la vallée de Munster, pour une chute de 18 mètres environ, on a établi deux turbines de 0^{m} 20 de diamètre montées sur le même arbre horizontal à droite et à gauche du tuyau vertical d'arrivée, et qui se partagent un volume d'eau d'environ 50 litres en 1 seconde. Cette division de la force motrice diminue considérablement la pression sur le pivot de l'arbre, qui fait quinze à seize cents tours en 1 minute, et conduit cinquante-quatre métiers à tisser sans préparation, ce qui peut exiger une force de huit à neuf chevaux.

« Le récepteur hydraulique qui nous occupe se compose d'un tuyau vertical qui

se raccorde, à sa partie inférieure, avec un autre tuyau à section rectangulaire, dont l'axe est horizontal, et qui est muni d'une vanne verticale, pour permettre ou suspendre à volonté le mouvement du liquide.

« Vers sa partie supérieure, le cylindre est rétréci et alésé exactement pour recevoir la roue, qui n'y a qu'un jeu de 1 millimètre au plus ; au-dessus de cette portion alésée, le tuyau s'évase légèrement en tronc de cône, et reçoit la couronne qui porte les courbes directrices, et à travers laquelle passe l'arbre vertical de la roue; une garniture exacte empêche l'eau de s'écouler entre l'arbre et l'ouverture qui lui est réservée.

« La surface de ces directrices est engendrée par une ligne droite qui se meut horizontalement en passant par l'axe vertical du cylindre, et en s'appuyant sur une courbe tracée sur la surface cylindrique du noyau de la couronne. L'élément supérieur de cette courbe est à peu près vertical, tandis que son élément inférieur forme un angle d'environ 34 degrés avec l'horizontale.

« Les aubes de la roue sont aussi des surfaces réglées à génératrices horizontales dirigées vers l'axe, et qui suivent une directrice tracée sur le cylindre intérieur de cette roue. L'élément supérieur de cette directrice forme, avec le plan horizontal, un angle de 70 degrés, et l'élément inférieur un angle d'environ 30 degrés.

« L'habileté et l'exactitude avec lesquelles procède la Société industrielle de Mulhouse suffisaient déjà pour montrer que la nouvelle turbine était un moteur digne d'entrer en concurrence avec les meilleurs récepteurs hydrauliques ; mais il nous a paru utile, dans une question si importante pour l'industrie, de répéter ces expériences en les variant davantage. A cet effet, nous avons eu recours à MM. A. Kœchlin, qui ont mis à notre disposition une turbine que l'on a installée à la poudrerie du Bouchet.

« Cette turbine a les proportions suivantes :

Diamètre extérieur		0m 810
Largeur des augets...	sans obturateurs	0m 120
	avec obturateurs	0m 048
Nombre des augets		18
Sections ou orifices de la roue, ensemble		0mq 0706
Aire de l'orifice de la vanne de sortie		0mq 2977
La chute disponible a varié de		1m 76 à 1m 40

« On a exécuté plusieurs séries d'expériences en faisant varier dans chacune d'elles la charge du frein depuis la charge nulle jusqu'à celle qui arrêtait la roue ou rendait son mouvement tout à fait irrégulier, de sorte que la vitesse a aussi varié dans des limites très-étendues.

« On a fait fonctionner la roue d'abord sans obturateurs, ensuite avec la moitié, puis avec la totalité de ses aubes garnies d'obturateurs, et, dans quelques cas, toutes choses restant égales d'ailleurs, on a fait varier l'aire de l'orifice de sortie du bas de la roue, afin de reconnaître l'influence de sa proportion sur l'effet utile.

« En résumé, des expériences et de la discussion théorique auxquelles vos Commissaires se sont livrés, il résulte :

« 1° Que la turbine présentée par MM. A. Kœchlin et compagnie fonctionnant à son état normal, et complétement ouverte, donne un effet utile égal à 0,72 du travail absolu du moteur ;

« 2° Que quand la moitié seulement des canaux de circulation formés par les aubes sont garnis de leurs obturateurs, l'effet utile est encore d'environ 0,70 à 0,71 du travail absolu du moteur;

« 3° Que quand toutes les aubes sont garnies de leurs obturateurs, l'effet utile est encore égal à 0,63 du travail absolu du moteur : d'où résulte que la dépense d'eau peut varier dans des limites étendues sans que le moteur cesse de fonctionner avantageusement ;

« 4° Que pour chaque dépense d'eau et chaque chute, la vitesse de la roue peut varier entre des limites très-étendues, en s'écartant en plus ou en moins de un quart de celle qui correspond au maximum d'effet, sans que le rapport de l'effet utile au travail absolu du moteur diminue notablement.

5° Que le rétrécissement de l'orifice d'évacuation inférieur produit toujours une diminution dans le rapport de l'effet utile au travail absolu du moteur, et que cette diminution est d'autant plus sensible, que le rétrécissement est plus considérable : d'où résulte que la vanne de cet orifice ne peut, sans désavantage, être employée comme moyen de faire varier la dépense d'eau, et par suite la vitesse ; de sorte que, jusqu'à présent, ce moteur ne peut, sans inconvénient, être soumis aux moyens ordinaires de régler la vitesse des roues hydrauliques.

TURBINE EN DESSOUS DE MM. LAURENT ET DECKHERR,

REPRÉSENTÉE FIG. 3, 4 ET 5, PL. 23.

Ces constructeurs ayant reconnu que, malgré les perfectionnements apportés dans la construction des turbines, il y avait encore quelque chose à faire, ont aussi cherché des moyens nouveaux, qui pussent donner à ces roues l'effet qu'on doit en attendre, et les avantages qu'elles doivent procurer dans les diverses applications que l'on est constamment appelé à en faire.

Ainsi, ils se sont d'abord préoccupés de la meilleure disposition à donner au pivot, pour qu'il pût rester graissé pendant le travail, sans être susceptible de gripper, de s'user, quels que soient d'ailleurs le diamètre et le poids de la turbine, quelle que soit la charge qu'il eût à supporter ; ils ont voulu aussi éviter qu'il soit baigné dans l'eau, quoique la turbine pût être noyée entièrement, et que par conséquent le niveau se trouvât sensiblement au-dessus du pivot. Cette disposition de pivot, qui a le mérite de s'appliquer non-seulement à tous les systèmes de roues horizontales, mais encore à tous les arbres verticaux susceptibles d'être noyés en partie, a fait le sujet d'un brevet spécial délivré, en 1845, à M. Laurent.

Ils ont également cherché à résoudre une question importante dans ce genre de moteur, pour l'établir de telle sorte qu'il puisse donner constamment le maximum d'effet utile proportionnellement à la dépense et à la chute disponible, dans les plus petites, comme dans les plus grandes variations d'eau.

Ainsi, par leur système, ces constructeurs mettent la capacité de la turbine constamment en rapport avec le volume d'eau à dépenser ; c'est-à-dire, que lorsque la quantité d'eau disponible diminue, on réduit aussi proportionnellement la hauteur et par suite la capacité de la roue ; si au contraire la quantité d'eau augmente, on augmente en même temps la hauteur et la capacité de la roue.

Pour que cet effet ait lieu, ils ont disposé leur vannage de telle sorte qu'il puisse monter et descendre dans la turbine même, et tourne constamment avec elle; il en résulte que les aubes de la turbine peuvent toujours être réglées à une hauteur convenable, pour présenter une capacité exactement correspondante au volume d'eau à dépenser, disposition d'autant plus intéressante, d'autant plus curieuse, qu'elle est entièrement nouvelle et n'a aucun rapport avec tout ce qui a été fait jusqu'ici sur le même sujet.

La fig. 3 est une section verticale faite par l'axe de la turbine, de sa vanne et de ses directrices, avec une élévation latérale du mouvement de la vanne.

La fig. 4 est une coupe horizontale faite vers le milieu de la hauteur du corps de la turbine, de sa vanne, et des directrices.

On voit par ces figures que la turbine proprement dite consiste en un fond circulaire en fonte A, sur lesquels sont fixées, ou au besoin fondues avec lui, des aubes cintrées B, dont la hauteur correspond à la plus grande quantité d'eau à dépenser par la roue, dans la localité où on suppose devoir l'établir.

Cette dépense est réglée au moyen de la vanne circulaire mobile C, qui permet de diminuer la hauteur de la turbine et par suite sa capacité, jusqu'à ce que celle-ci ne corresponde plus qu'au plus petit volume d'eau.

Pour diriger l'eau sur les aubes de cette turbine, les constructeurs ont disposé à son intérieur une couronne en fonte D, garnie d'une suite de ventelles ou d'aubes courbes fixes *a*, appelées directrices, qui conduisent l'eau vers les aubes mobiles B de la roue; et, afin d'éviter autant que possible les effets de la contraction, ils ont ajouté une cloche ou champignon en fonte E, qui fait corps avec la couronne D et reçoit toutes les ventelles. Ce champignon porte une tige verticale *b*, guidée à sa partie inférieure par un support *c* et doit monter et descendre avec la vanne *a* alternativement.

Quatre parties pleines *d* sont ménagées sur la couronne de la turbine pour servir à la relier au moyen de boulons aux bras ou croisillons en fonte F, dont le moyeu est alésé et fixé sur l'arbre vertical G.

Il est aisé de voir, par le dessin, que cette turbine n'a pas de second fond ou de plancher supérieur, fermant les aubes par le haut, comme dans les autres systèmes à palettes courbes; c'est la vanne mobile elle-même qui, formée d'abord d'une partie cylindrique C, porte, sur toute sa circonférence, une suite d'obturateurs *e*, ayant exactement chacun la forme des espaces libres qui existent entre les aubes B. Il est bon d'observer que cette vanne est divisée en quatre parties égales, à cause des quatre augets pleins *d*, qui réunissent la base de la turbine à son embrassure. A la partie inférieure de ces obturateurs sont rapportés des cuirs plats que l'on serre contre le bois au moyen de plaques de tôle fixées par des vis.

Le corps cylindrique C de la vanne est tourné et alésé avec soin pour pénétrer dans la roue, les obturateurs *e* y sont fixés par l'intermédiaire de la joue en fonte *f* boulonnée au rebord supérieur de la vanne qui, à l'aide de

quatre bras *g*, se relie au manchon ou à la douille en fonte *h*. Une nervure rapportée sur l'arbre vertical G pénètre à frottement dans la rainure verticale pratiquée à l'intérieur de la douille, afin de l'entraîner dans le mouvement de rotation de l'axe et de la turbine, et par suite toute la vanne elle-même, en lui permettant de monter ou descendre, quand on le juge nécessaire.

Pour effectuer le glissement de ce manchon sur l'arbre, il est suspendu par le haut à un collier en fonte H, qui embrasse la gorge circulaire de la douille, et qui est composé de deux parties réunies par des boulons et solidaires avec deux bras ou croisillons courbes I, prolongés de la quantité nécessaire pour recevoir à leurs extrémités des écrous filetés *i*. Ceux-ci sont traversés par les vis de rappel J, qui retenues dans des collets, ne peuvent que tourner sur elles-mêmes, de sorte qu'en les faisant mouvoir soit à droite, soit à gauche, elles font monter ou descendre le collier en fonte H, et avec lui la douille mobile, et tout le vannage qui y est suspendu.

Cette disposition permet donc de régler la vanne cylindrique avec autant de précision que dans les autres systèmes de turbines, et en même temps de se mouvoir avec la roue elle-même. Le champignon qui porte les courbes directrices, est aussi susceptible de monter et de descendre avec la vanne, sans toutefois tourner comme elles. A cet effet, la tige verticale *b* est embrassée par une verge en fer *k*, qui se relie au moyen des deux tringles montantes *l* au bras en fonte *m*, lequel est supposé faire corps avec le collier H ; par conséquent lorsque celui-ci monte ou descend, la cloche E est forcée de suivre le même mouvement.

Les supports de fonte K, contre lesquels sont boulonnés les collets des vis de rappel J, s'élèvent au-dessus du sol de l'usine, pour retenir également ces vis par le haut. La tête de l'une des vis porte un volant à manivelle *n*, qui permet de la faire tourner librement dans un sens ou dans l'autre; ce mouvement est transmis à la seconde, au moyen d'une chaîne sans fin *o*, et de deux roues dentées *p*, rapportées sur les vis mêmes.

Dans ce système de turbine, on fait arriver l'eau en dessous, par un canal inférieur, et un puits ménagé au centre de la maçonnerie L, qui peut être faite en pierres de taille, ou en briques, et qui est couronnée par un cercle en fonte M, disposé pour former le fond des aubes directrices. Ce fond inférieur est traversé par plusieurs boulons qui le retiennent solidement sur le massif qui doit porter le pivot de la turbine. Une seconde base, ou le fond supérieur N, est boulonné à un plateau circulaire en fonte O; plusieurs ouvertures fermées par des couvercles y sont pratiquées pour permettre de visiter au besoin l'intérieur. Ce plateau est lui-même percé au centre pour le passage de la tige à vis *q*, qui sert à soulager le pivot de l'arbre vertical, à l'aide d'un fort écrou fileté *r*.

Il est aisé de voir sur la coupe verticale, fig. 5ᵉ, la construction particulière de ce pivot, appelé par les auteurs *pivot à graisse atmosphérique*. Il consiste à envelopper toute la poëlette en fonte P, qui contient la cuvette *s*,

d'une espèce de cloche Q, laquelle est ici supposée fondue avec le moyeu même qui porte les bras ou croisillons F de la turbine. La cuvette est pleine d'huile et renferme la crapaudine *t* et le grain d'acier *u*, qui porte le pivot *v* de l'arbre; on peut en outre la rentrer au moyen des vis de pression et à contre-écrous *x*. La poëlette est tenue au-dessus de la plaque d'assise O, par des petites colonnes *y*, que traversent des boulons à écrou. La vis à soulager *q*, qui est placée au-dessous de la crapaudine, traverse, comme nous l'avons dit, l'écrou fileté *r*, percé de plusieurs trous à sa circonférence pour permettre de le faire tourner à l'aide d'une clef. Cet écrou se trouvant entre la plaque d'assise et le fond de la poëlette, force nécessairement la vis à monter ou à descendre, lorsqu'on le tourne à droite ou à gauche; dans ce mouvement la vis ne peut tourner, parce qu'elle est retenue par une clavette ou nervure par la poëlette même dans laquelle elle peut seulement glisser verticalement. Il résulte de cette disposition, que la pression de l'eau qui peut venir autour de la crapaudine à mesure que le niveau inférieur de l'eau s'élève, force l'air à séjourner dans la partie supérieure de la cloche Q, et par suite il réagit sur l'eau, et empêche celle-ci d'arriver jusque dans la cuvette et par conséquent jusque sur la pointe *v* et son grain d'acier.

D'après la description qui précède, on peut sans peine comprendre le jeu de cet appareil; l'eau du bief arrive par le canal souterrain R, dans l'intérieur de la roue à directrices D, d'où elle s'échappe, convenablement dirigée par celles-ci, pour exercer son action sur les aubes de la roue mobile A, ou de la turbine. Celle-ci transmet son mouvement par ses bras F à l'arbre vertical G, et par suite à l'engrenage qu'il porte à son sommet.

Comme nous l'avons dit, la dépense d'eau se règle au moyen de la vanne circulaire, garnie de ses obturateurs qui remplissent tout l'espace libre entre chaque aube de la turbine, et tournent constamment avec elle, quelle que soit d'ailleurs leur position par rapport au fond de la roue mobile.

MM. Laurent et Deckherr disent qu'avec ce système de vannage mobile, la turbine, quel que soit le volume d'eau disponible, fonctionne toujours dans son état normal, à pleins tuyaux, c'est-à-dire dans les conditions les plus avantageuses, et constamment les mêmes.

Ce vannage possède encore une propriété fort remarquable et très-utile; c'est celle de se manœuvrer avec la plus grande facilité, la poussée de l'eau dans la turbine mobile contre la partie inférieure des obturateurs, étant au moins suffisante pour équilibrer la résistance due au frottement de la vanne contre les aubes de cette turbine, et même le poids total de ce vannage et de la transmission. Il résulte de cette propriété que pendant le travail de la turbine, le frottement du collier sur le manchon est presque nul, et même très-peu important pendant la manœuvre de la vanne.

Lorsqu'il est nécessaire de visiter le pivot, il suffit de retirer la clavette *z*, fig. 3; et au moyen de quatre boulons, on fixe le moyeu et les bras de la turbine avec les croisillons du cercle de la vanne; puis on enlève la turbine en manœuvrant la transmission de mouvement qui monte la turbine

même, au lieu de monter sa vanne; la cloche est alors assez élevée pour permettre la visite du pivot et le changement de l'huile.

NOUVEAU SYSTÈME DE VANNE TOURNANTE,
APPLICABLE AUX TURBINES RECEVANT L'EAU EN DESSUS, REPRÉSENTÉE FIG. 6 A 8, PL. 23.

MM. Laurent et Deckherr ne se sont pas seulement occupés d'un système de turbines recevant l'eau en dessous, comme celui que nous venons de décrire, mais encore d'un nouveau mode de vannage et de distributeur d'eau, applicable aux turbines dites d'Euler ou de A. Kœchlin, qui reçoivent l'eau en dessus, pour la déverser par la partie inférieure.

Ce système a pour objet de permettre de régler le nombre de passages nécessaires à l'admission de l'eau sur la roue, proportionnellement au volume disponible, c'est-à-dire que l'on varie la section des orifices suivant les dépenses d'eau. Par conséquent, la turbine étant construite pour pouvoir débiter la plus grande quantité d'eau que la rivière est susceptible de fournir dans l'année, à mesure que le volume diminue, on réduit le nombre d'ouvertures qui donnent passage au liquide, au point que l'on peut ainsi arriver à ne dépenser que de très-faibles quantités, comparativement au volume maximum. Nous avons fait voir, dans le premier volume, en publiant la turbine de M. Gentilhomme, une vanne horizontale, avec laquelle l'auteur a cherché à remplir le même but.

Pour mettre leur idée à exécution, MM. Laurent et Deckherr ont imaginé une disposition fort simple, qui consiste, comme nous venons de le dire, dans l'application d'un nouveau genre de distributeur et dans une nouvelle vanne circulaire se mouvant horizontalement.

Le distributeur est construit de telle sorte qu'une moitié de ses orifices est recouverte, en partie seulement, par un diaphragme horizontal, à la partie supérieure et du côté de la circonférence la plus éloignée du centre, tandis que l'autre moitié est, au contraire, recouverte en partie, dans la portion la plus rapprochée du centre. La vanne est une sorte de couronne cylindrique qui est ajustée sur le plan supérieur du distributeur, et percée de deux entailles demi-circulaires dont l'une, plus grande de diamètre, est en rapport avec la première série d'orifices, et l'autre, d'un diamètre plus petit, est en correspondance avec la seconde série. Étant dentée à sa circonférence extérieure, cette vanne est extrêmement facile à manœuvrer, de sorte qu'on peut à volonté lui faire changer de position et par suite lui faire découvrir ou recouvrir un plus ou moins grand nombre d'orifices injecteurs.

Les fig. 6, 7 et 8 du dessin pl. 23 montrent bien la disposition de ce nouveau système, et de l'engrenage qui sert à le faire mouvoir.

On voit que le distributeur est une couronne en fonte A, dont l'intérieur B est divisé par une suite de compartiments, de manière à présenter une série d'aubes courbes qui sont sensiblement inclinées vers la partie infé-

rieure, pour diriger convenablement l'eau sur les aubes de la turbine

Cette couronne est terminée, à sa base supérieure, par une cloison horizontale, dans laquelle sont ménagées deux ouvertures demi-circulaires C et D, dont l'une débouche la moitié des orifices injecteurs ou des directrices, et l'autre débouche l'autre moitié; mais l'une des ouvertures est d'un diamètre plus petit que l'autre, quoique la section ou la surface de chacune soit exactement égale.

Sur cette base horizontale, préalablement bien dressée, repose, après avoir été ajustée avec soin, la vanne circulaire E, également en fonte; cette vanne est aussi percée de deux ouvertures demi-annulaires C', D', absolument semblables et égales aux précédentes C et D, auxquelles elles correspondent exactement lorsque les orifices doivent être entièrement ouverts.

Une garniture en bois F est rapportée à vis sur cette vanne et taillée en regard des ouvertures, suivant une partie arrondie et évasée, comme le montre la fig. 6, pour éviter la contraction de l'eau à son entrée dans les aubes directrices. Une saillie ou rebord circulaire *a* est ménagée à la partie inférieure de la vanne, pour maintenir celle-ci constamment dans l'axe du distributeur; cette saillie lui sert véritablement de pivot ou de tourillon lorsqu'on la fait tourner sur elle-même.

Au bord ou à la circonférence extérieure de la vanne, est une denture droite *b*, avec laquelle engrène un petit pignon G, dont l'axe s'élève au-dessus du sol pour être manœuvré à la main. On comprend sans peine qu'en faisant tourner ce pignon, on change la position de la vanne, et par conséquent une partie des orifices du distributeur se trouve bouchée entièrement. Il est évident que ce sont toujours les orifices diamétralement opposés qui sont fermés en même temps. On peut arriver ainsi à couvrir successivement toutes les ouvertures du distributeur, et par suite arrêter toute la turbine, ou bien on peut s'arranger pour ne laisser à découvert que deux ou quatre ou six orifices, ou encore n'en recouvrir que deux ou quatre, etc., en proportionnant, dans chaque cas, le nombre des orifices, et par conséquent la section des passages, au volume d'eau disponible,

Cette disposition paraît très-avantageuse en pratique, d'une exécution facile et précise, et d'une application simple et économique.

Des expériences au frein ont été faites récemment sur une turbine en dessus avec ce système de vanne, par une commission d'ingénieurs composée de MM. D'Estocquois, Larivière et Kellermann.

Voici les conclusions du rapport de ces Messieurs :

« . . . . . Des considérations précédentes, il résulte :

« 1° Que la turbine Laurent et Deckherr, établie à Dolaincourt, rend un effet « utile qui s'élève à 0.79 du travail absolu dépensé par le moteur, quand les orifices « d'admission de l'eau sont entièrement démasqués par la vanne tournante;

« 2° Que lorsque la dépense d'eau est réduite de 72 à 49, ou de 3 à 2, l'effet utile « est encore de 0.66;

« 3° Que la vitesse de cette roue peut varier dans des limites très-étendues en

« deçà et au delà de celle qui correspond au maximum d'effet, sans que le rapport « d'effet utile au travail absolu du moteur diminue d'une manière notable;

« 4° Que l'effort maximum que cette roue peut exercer s'élève environ à 2.31 fois « celui qui correspond au maximum d'effet : d'où résulte que cette turbine convient « parfaitement aux usines qui, lors de leur mise en train ou pendant leur travail, « peuvent offrir une résistance accidentellement plus considérable que leur résis- « tance moyenne. Sous ce rapport elle est supérieure aux meilleures roues hydrau- « liques.

« Quant au vannage tournant, qui forme surtout le caractère distinctif de cette « turbine, il présente sans contredit, sur tous ceux connus jusqu'alors, une grande « supériorité, tant par sa simplicité que par la régularité de sa manœuvre, qui per- « met d'ouvrir ou de fermer à volonté, soit un certain nombre, soit la totalité des « orifices pendant la marche même de la turbine. Aussi MM. Laurent et Deckherr « nous paraissent-ils avoir résolu le problème depuis longtemps cherché, de la dis- « position la plus simple pour fermer ou ouvrir successivement et deux à deux « diamétralement opposés, tous les augets du distributeur.

« Enfin, nous signalerons le mode de graissage employé pour cette turbine, qui « est particulier à MM. Laurent et Deckherr. Il consiste à préserver le pivot et son « pot à graisse du contact de l'eau, en le plaçant sous une cloche remplie d'air, et « formée par le moyen même de la turbine. Cette disposition, dont l'efficacité est « reconnue par deux années d'expérience sur la turbine de Laneuveville, nous « paraît la plus simple et de beaucoup préférable à celles qui ont été employées jus- « qu'à présent »

MACHINE A CALIBRER ET A CANNELER DIAMÉTRALEMENT LES CYLINDRES,

PAR M. PAUL PINEL, MÉCANICIEN A ROUEN.

On emploie dans les machines de filature un grand nombre de cylindres cannelés, de diverses dimensions, en fer et en cuivre, pour l'étirage des mèches ou des fils de lin, de laine ou de coton. On sait que les cannelures de ces cylindres, après qu'elles ont été tournées à peu près à la grosseur voulue, sont faites successivement et une par une, sur une machine à raboter dont l'outil est en forme de grain d'orge.

Par ce mode d'exécution, on comprend qu'il est impossible d'avoir des cylindres exacts, bien calibrés; aussi n'est-il pas étonnant de voir que sur le même métier on obtient des fils de numéros différents; ces différences ne proviennent que de l'inégalité même du diamètre des cylindres.

Ayant été à même de reconnaître cet inconvénient, M. Pinel a cherché à y porter remède par une nouvelle disposition qui permît de faire les cylindres d'un même métier, exactement de même grosseur, et parfaitement ronds sur toute leur longueur, et avec des cannelures très-régulières.

Le système qu'il a imaginé à cet effet consiste à soumettre chaque cylindre à canneler, à l'action de plusieurs bagues qui, en se promenant sur toute sa longueur, égalisent exactement son diamètre partout, et font en même temps les cannelures à la fois sur toute la circonférence. Ces bagues sont ajustées dans un support à chariot qui marche dans une direction parfaitement rectiligne, et conduit par une vis de rappel. Le cylindre est guidé et retenu dans la position qu'il doit occuper, pour que toutes les cannelures soient toujours extrêmement droites.

MINOTERIE

OU ÉTABLISSEMENT DE MOULINS A BLÉ,

(SYSTÈME AMÉRICAIN),

PAR

MM. CARTIER et ARMENGAUD aîné,

A PARIS.

(PLANCHES 24 ET 25.)

Nous avons publié, à diverses époques, dans les volumes qui précèdent, plusieurs mécanismes de moulins à blé, en choisissant les meilleurs systèmes adoptés, comme aussi les différents moteurs hydrauliques ou à vapeur susceptibles de les faire mouvoir, et les principaux appareils propres au nettoyage, à la séparation ou au triage des grains; nous croyons qu'il ne sera pas sans quelque intérêt, pour plusieurs de nos lecteurs, de leur donner l'ensemble d'une minoterie, telle qu'on les monte généralement aujourd'hui, avec l'indication des appareils, du moteur, et des transmissions de mouvement; cela nous permettra d'entrer dans quelques détails utiles à connaître pour l'établissement de ces sortes d'usines. Nous les ferons suivre de notes et de devis, à l'aide desquels les propriétaires comme les constructeurs pourront se rendre compte du rendement et du prix de revient d'un bon moulin bien établi.

Nous n'avons pas craint de le dire, et tous ceux qui ont visité les usines d'Angleterre et de France ont pu s'en convaincre, quoique nous soyons arrivés après les Anglais pour adopter le système américain, la construction des moulins a fait d'immenses progrès dans notre pays, et ne le cède en rien à tout ce qui se fait en ce genre chez nos voisins d'outre-mer.

A l'exception de quelques contrées, la plupart de nos départements possèdent aujourd'hui des moulins, dits à l'anglaise (1); tous ceux des environs de Paris, et des principales villes de France, sont montés sur ce système; il y en a même parmi eux de très-considérables. Ainsi dans la seule usine

(1) Cette expression de moulin à l'anglaise, universellement répandue, est véritablement impropre; on devrait dire moulins américains, puisque le système a été importé d'Amérique.

de Saint-Maur, on compte jusqu'à quarante paires de meules, qui marchent par quatre turbines hydrauliques de Fourneyron (1); les moulins de M. Darblay, à Corbeil, sont aussi importants; ceux de M. Tramois, à Gray, de même; à Plombières, près Dijon, il existe une minoterie de seize paires de meules; et dans d'autres localités, comme à Lyon, à Provins, à Étampes, on en voit de huit, dix à douze paires de meules. Avec les moyens d'exécution que l'on possède actuellement dans les ateliers de construction, on peut dire que les différents appareils qui constituent tout un mécanisme de moulin ne présentent aucune difficulté; aussi, depuis plusieurs années, bien des mécaniciens de province, et nous pouvons même ajouter bien des charpentiers, se sont adonnés à cette partie. Tous cependant, parmi ces derniers surtout, n'ont pas toujours réussi, n'ayant pas à ce sujet les connaissances nécessaires.

C'est parce que, aussi, il faut bien l'avouer, dans l'établissement d'un moulin, comme, du reste, dans la formation d'une usine quelconque, ce ne sont pas seulement les appareils en eux-mêmes qu'il faut considérer, mais bien encore et surtout le meilleur moteur à adopter, les communications de mouvement les plus simples, la combinaison, l'agencement des machines les plus convenables, etc.

Le moteur est évidemment le point sur lequel le constructeur doit porter la plus grande attention, car on sait que la vie de toute l'usine en dépend, mais malheureusement on s'est souvent trompé de ce côté; de là des déboires, des contestations, et quelquefois des ruines complètes. Aussi, on l'a plus d'une fois reconnu, ce n'est pas toujours celui qui exécute au meilleur marché qui donne les meilleurs résultats, le plus de satisfaction au meunier ou au propriétaire. Il est souvent bien préférable de payer beaucoup plus cher, pour avoir des appareils bien montés, des moteurs donnant le plus de force possible avec le plus d'économie, des transmissions parfaites, non susceptibles de se déranger, etc.

La plus grande partie des moulins marche par des moteurs hydrauliques. Avant l'introduction du système américain, il n'y en avait pas d'autres, par conséquent ils n'existaient que là où il y avait des chutes d'eau; mais, depuis que ce système a été adopté en France, on a cherché à en établir avec des machines à vapeur, parce qu'alors on a l'avantage de les placer partout où on le juge convenable, et particulièrement dans l'intérieur des villes de consommation, au lieu d'être situés quelquefois à de grandes distances.

Cependant cet avantage n'est pas toujours aussi grand qu'on a pu le croire d'abord dans certains cas. Ainsi, à Paris, par exemple, les moulins à vapeur ont été des causes de ruine pour ceux qui les ont montés, parce que le prix de la houille y est beaucoup trop élevé, et n'est pas compensé par l'économie obtenue sur les frais de transport de la farine. Il y a d'ail-

(1) Nous avons publié l'une de ces turbines dans le 1er vol., avec des détails et données pratiques sur leur construction.

leurs une concurrence trop redoutable de toutes les usines qui marchent par eau, et qui sont à peu de distance de la capitale. A Lyon, au contraire, où le combustible coûte à peine le tiers de ce qu'il revient ici, les moulins à vapeur produisent avec d'autant plus de succès que les moulins hydrauliques sont peu nombreux, et que la plupart sont forcés de chômer, faute d'eau, pendant une partie de l'année.

Il existe bien, il est vrai, au quai de Billy, à Chaillot, un moulin à vapeur, qui est même assez important; puisqu'il comprend dix à douze paires de meules, mais nous devons faire remarquer que cet établissement est dans une circonstance tout exceptionnelle. Il ne travaille pas pour le commerce, il ne fait que les moutures de la guerre, pour l'alimentation de la garnison de Paris; on lui livre les blés, et on lui paie tant par hectolitre moulu; les farines ne sortent jamais au dehors, mais sont directement transportées à la manutention des vivres, qui est adjacente à la minoterie. On a ainsi monté plusieurs moulins dans différentes villes principales.

Pour diminuer notablement la consommation du combustible et, par suite, arriver à appliquer la vapeur comme force motrice à faire mouvoir des moulins avec avantage, on a proposé de monter des fours à coke, et d'utiliser les flammes de ces fours au chauffage de générateurs à vapeur. Déjà un premier essai avait été fait à l'usine de Paludate, à Bordeaux, et nous en avons rendu compte, en publiant, dans notre premier volume, l'appareil disposé à cet effet par M. Clavières. Depuis, une nouvelle tentative, qui a malheureusement été mal conduite, a été entreprise sur une assez grande échelle, à Orléans, mais les constructeurs y ont perdu beaucoup d'argent, et l'usine n'a même pas servi à casser un grain de blé.

En présence de la grande production de coke que l'on est obligé de faire pour l'alimentation des lignes de chemin de fer, on est étonné de ne pas voir, de nouveau, monter de tels fours, afin de profiter de la plus grande partie de leur chaleur perdue, en sachant surtout que les gaz qui s'en dégagent sont utilisables et susceptibles, avec de bonnes combinaisons d'appareils, de brûler avec avantage sous des générateurs, comme on les emploie dans d'autres circonstances, pour le chauffage des fours à chaux, par exemple, et comme on essaie de les employer pour la cuisson des briques ou pour d'autres applications non moins importantes.

La minoterie que nous avons représentée dans son ensemble sur les pl. 24 et 25, est disposée pour marcher par une roue hydraulique à aubes planes et à coursier circulaire, suivant le système que nous avons décrit avec détails au commencement du tome 1er, en y ajoutant des tables et des données pratiques, soit pour faciliter le calcul des dépenses d'eau, soit pour déterminer les dimensions les plus convenables à donner à ce genre de roues.

Nous l'avons dit, lorsqu'il s'agit de monter une usine nouvelle, sur un cours d'eau disponible, il est très-important de bien se rendre compte non-seulement du rendement de ce cours d'eau et de la hauteur exacte de la

chute, mais encore des divers états de la rivière, dans les différentes saisons de l'année.

Lorsqu'on est fixé sur la dépense moyenne, déterminée dans les circonstances les plus favorables, et sur la plus longue durée, comme aussi sur la chute disponible, avant de faire choix du moteur à y appliquer, il est bon d'examiner les avantages et les inconvénients que l'un présente par rapport à l'autre ; et réciproquement.

Les quatre principaux systèmes employés parmi les moteurs hydrauliques connus, sont :

1° La roue hydraulique à augets, recevant l'eau en dessus, soit tout à fait au sommet, soit seulement à peu de distance au-dessous ; nous avons publié ces roues dans le deuxième et le quatrième volume.

2° La roue hydraulique à aubes planes et à coursier circulaire, recevant l'eau par une vanne en déversoir ; tel est le système détaillé dans le premier volume, et dont nous avons fait connaître des modifications au commencement de celui-ci ;

3° La turbine ou roue horizontale, recevant l'eau sur toute la circonférence à la fois, et la déversant de même ; telles sont celles décrites dans le premier, le deuxième et le quatrième volume ; nous venons encore d'en faire voir une nouvelle avec un mode de vannage particulier ;

4° Enfin la roue à aubes courbes, dite roue à la Poncelet, recevant l'eau par pression, avec vanne inclinée.

Comme ces divers systèmes de moteurs s'appliquent également à toute autre usine que les moulins, il n'est peut-être pas inutile de rappeler ici, en peu de mots, les avantages et les inconvénients que chacun d'eux présente dans la pratique, afin qu'on sache mieux reconnaître celui auquel on doit donner la préférence, lorsqu'on est sur le point d'en établir un nouveau.

Les roues à augets, qui sont, sans contredit, les meilleurs moteurs hydrauliques, c'est-à-dire ceux qui, à égalité de chute et de volume d'eau, produisent le plus grand effet utile, ne peuvent pas s'appliquer dans toutes les circonstances ; ainsi dans les basses chutes, au-dessous de 2^m à 2^m50, elles sont inapplicables, parce que, d'une part, elles auraient de trop petits diamètres, et que, d'un autre côté, on ne pourrait donner à leurs augets une capacité suffisante pour dépenser les volumes d'eau disponibles. Et, en outre, elles ne peuvent marcher noyées ; par conséquent, lorsque les niveaux des biefs sont susceptibles de variation notables. Ce n'est que dans des cas tout à fait exceptionnels, comme lorsque les dépenses d'eau sont très-peu considérables, que l'on emploie de telles roues ; nous en avons donné des exemples dans le 1er et le 2e volume. Pour les grandes chutes, ces roues tournant lentement, exigent souvent des transmissions de mouvement compliquées.

Les roues à aubes planes, emboîtées dans des coursiers circulaires, sont aussi, lorsqu'on sait leur donner les dimensions convenables, de bons mo-

teurs hydrauliques; elles sont principalement applicables aux chutes de 1 à 3 mètres, et peuvent dépenser des volumes d'eau considérables; ainsi on en a établi qui en débitent jusqu'à 2 et 3 mètres cubes par seconde; toutefois, il faut le dire, ce n'est pas dans ces conditions qu'elles donnent le meilleur effet utile, mais plutôt pour des dépenses beaucoup moindres. (Voy. le 1er vol.) On a reproché à ces roues de ne pas pouvoir marcher étant noyées; cependant il est bon de remarquer que, faites sans contre-aubes, comme celles que nous venons de décrire tout récemment, elles produisent encore de bons résultats, lorsqu'elles sont plongées de 60 à 80 centimètres et même plus, dans le bief inférieur. Elles peuvent donc s'appliquer sur des rivières variables, mais elles ont aussi l'inconvénient de tourner lentement, et d'exiger par suite des mouvements multipliés pour transmettre leur puissance aux objets à mouvoir.

Les turbines, dont on a peut-être trop exagéré le travail utile, sont avantageuses dans bien des localités, quoique ne donnant généralement pas autant d'effet que les roues à augets ou à coursier, parce qu'elles peuvent marcher noyées, même à de grandes profondeurs, parce qu'elles tournent à de grandes vitesses, et par suite qu'elles permettent de simplifier les communications de mouvement; parce qu'en outre, elles peuvent être construites pour dépenser des volumes d'eau considérables. Elles conviennent particulièrement aux faibles et moyennes chutes et à de grandes quantités d'eau; mais elles ont de l'avantage surtout sur les cours d'eau variables, par la faculté qu'elles ont de pouvoir, quand elles sont convenablement établies, se conformer aux variations de chutes et de volumes dans des limites assez étendues; plus difficiles à établir que les roues verticales, elles sont aussi plus dispendieuses d'achat et d'entretien.

Les roues à aubes courbes, qui ont été beaucoup plus appliquées pendant un temps, qu'elles ne le sont depuis les améliorations apportées dans les turbines et dans les roues de côté, ne sont employées avec quelque avantage que sur de très-faibles chutes; tournant deux à trois fois plus vite que les roues à coursier circulaire de même dimension, elles peuvent, sans avoir des proportions exagérées, dépenser de grandes quantités d'eau, mais elles sont peu propres à marcher engorgées, et produisent généralement moins d'effet utile que les autres.

On voit donc, par ce qui précède, combien il importe, avant de s'arrêter à la construction du moteur hydraulique, pour l'usine à établir, de bien se rendre compte de la nature et des divers états du cours d'eau. C'est en n'examinant pas suffisamment les lieux, ou en ne déterminant pas exactement la hauteur moyenne de la chute disponible et les dépenses d'eau, souvent variables, qu'on a commis, dans plusieurs circonstances, des erreurs très-graves. Nous ne saurions donc engager à apporter trop de soin de ce côté, puisque c'est le point capital.

Ayant eu l'occasion de monter, avec M. Cartier, des moulins à blé assez importants, et dans des localités différentes, nous avons été à même de

voir, dans chaque cas, quels pouvaient être les moteurs les plus convenables à adopter. En publiant aujourd'hui l'ensemble d'une minoterie de quatre paires de meules avec les accessoires, nous accompagnons nos planches des documents et des observations que nous avons pu recueillir au sujet d'un tel établissement.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DE LA MINOTERIE,
REPRÉSENTÉE PL. 24 ET 25.

Nous avons représenté, sur la fig. 1 de la planche 24, un plan général d'une partie du cours d'eau, de la roue hydraulique, de son vannage et du mouvement principal des meules : la roue est supposée coupée par un plan horizontal passant par son axe, le mécanisme est vu au-dessus des archures des meules.

La fig. 2 représente un plan général des appareils de nettoyage, de blutage et autres accessoires du moulin. Quoique ces appareils ne soient pas tous situés dans le même étage, mais, au contraire, distribués dans les divers étages de l'établissement, il est plus intéressant de les dessiner tous sur le même plan afin d'embrasser rapidement et d'un simple coup d'œil, tout ce qui compose le matériel de l'usine; pour le constructeur, le dessin d'un tel plan est très-utile, et lui fait abréger beaucoup de temps pour le placement des objets et la combinaison des mouvements.

Les fig. 3, 4 et 5 montrent diverses dispositions de mouvement des meules par courroies.

La fig. 6 de la pl. 25 est une coupe verticale et longitudinale faite vers la ligne 1-2, elle montre les divers appareils en élévation vue extérieurement.

La fig. 7 est une autre section faite perpendiculairement à la précédente, et suivant la ligne brisée 3-4-5-6.

Du moteur. — S'il y a encore, en France, beaucoup d'anciens moulins, dits à la française, à grandes meules éveillées, et marchant par des moteurs hydrauliques mal construits et vicieux (telles que les roues à palettes sans coursier et à grande vitesse, ou des turbines recevant l'eau par un jet sur un point de la circonférence), il faut dire cependant que tous les jours, à mesure que ces moulins tombent en ruine, on les remplace par d'autres dans le genre de celui que nous allons décrire, et on remplace aussi naturellement le moteur, pour profiter d'une plus grande puissance motrice.

Le système qui est représenté sur les dessins est une roue de côté A, à aubes planes, sans contre-aubes ou sans fonçures; nous avons été conduits, dans plusieurs cas, à adopter ce genre de construction plutôt que celui indiqué dans la roue de Corbeil (1re liv., 1er vol.), à cause des variations notables qui existaient dans les dépenses d'eau disponibles. On comprend qu'une roue, qui est limitée d'une part par sa vitesse et sa largeur, et de l'autre par la profondeur de ses aubes, ne peut dépenser, au maxi-

mum, qu'un certain volume; or, comme nous l'avons dit, pour que la roue donne le meilleur profit possible, il faut que la quantité d'eau qu'elle débite ne dépasse pas la moitié de ses augets. Lorsqu'il n'y a pas de contre-aubes avec la même largeur de roue, on peut aisément, quand il y a augmentation d'eau, dépenser un volume plus grand, et sans produire de secousses, de réaction sur l'arbre. C'est la disposition qu'il convient d'adopter lorsqu'on est tout à fait limité pour la largeur à donner à la roue, et qu'on a une trop grande quantité d'eau à dépenser par rapport à cette largeur.

Le moteur bien établi suivant les règles pratiques que nous avons exposées dans nos premiers volumes, peuvent, comme on le sait, donner 65, 70 à 75 pour cent, soit en moyenne 70 pour cent; cependant, dans les faibles chutes, celles au-dessous de 1 mètre par exemple, et dans les cours d'eau qui subissent de grandes variations, il ne faudrait pas toujours compter sur cette moyenne, il serait prudent de se baser sur un rendement de 60 à 65 pour cent au plus.

Quoiqu'il soit extrêmement facile de déterminer quelle est approximativement la force que l'on doit obtenir avec une roue hydraulique, lorsqu'on a mesuré la hauteur de la chute et calculé la dépense d'eau moyenne par seconde, nous croyons qu'il n'est pas inutile de donner, à ce sujet, les tables suivantes, dont nous nous sommes servi souvent à l'occasion, parce que nous avons pu, plus d'une fois, nous convaincre que les propriétaires sont très-désireux de connaître de suite, et sur place, la véritable puissance qu'ils possèdent; et c'est éviter à l'ingénieur ou au mécanicien, qui est appelé à examiner les lieux, des calculs ennuyeux et fatigants qui ne se font bien qu'au cabinet. Ne serviraient-elles d'ailleurs qu'à vérifier si l'on a bien opéré, ce serait suffisant pour en reconnaître l'utilité dans notre Recueil qui s'adresse spécialement aux praticiens. Déjà nous nous sommes convaincu de l'intérêt qu'ont présenté les tables que nous avons faites pour déterminer les dépenses d'eau, soit par des orifices en déversoir, soit par des orifices chargés (1er vol.), puisque nous avons eu la satisfaction de les voir reproduites ailleurs.

Nous admettons dans la première de ces tables que les chutes d'eau varient depuis $0^{m}75$ jusqu'à 7 mètres, et les volumes d'eau, depuis 50 litres jusqu'à 4,000 litres; la force brute correspondante est exprimée en kilogrammètres, c'est-à-dire le produit des litres ou des kilogrammes par des mètres.

Dans la seconde table, nous avons calculé les forces utiles en chevaux de 75 kilogrammètres, par rapport à des forces brutes variables depuis 50 kilogrammètres jusqu'à 4,000, et en admettant que les rapports correspondants soient successivement de 0.50, 0.60, 0.65, 0.70 et 0.75; ou de 50, 60, 65, 70 et 75 pour cent.

Ire TABLE DES FORCES BRUTES

PRODUITES AVEC DIFFÉRENTES CHUTES ET DÉPENSES D'EAU PAR SECONDE.

VOLUMES D'EAU en litres.	PUISSANCES DISPONIBLES EN KILOGRAMMÈTRES AVEC DES HAUTEURS DE						
	0.75	$1^m.00$	$1^m.25$	$1^m.50$	$1^m.75$	$2^m.00$	$2^m.25$
50	37.5	50	62.5	75	87.5	100	112.5
75	51.25	75	93.7	112.5	132.1	150	168.7
100	75	100	125	150	175	200	225
125	93.7	125	156.2	187.5	218.7	250	271.2
150	112.55	150	187.5	225	262.5	300	337.5
175	131.25	175	208.7	262.5	306.2	350	393.7
200	150	200	250	300	350	400	450
225	168.75	225	281.2	337.5	393.7	450	516.2
250	187.5	250	312.5	375	437.5	500	562.5
275	205.25	275	343.7	412.5	481.2	550	618.7
300	225	300	375	450	525	600	675
350	262.5	350	437.5	525	612.5	700	787.5
400	300	400	500	600	700	800	900
450	337.5	450	662.5	675	787.5	900	1012.5
500	375	500	725	750	875	1000	1125
550	412.5	550	787.5	825	962.5	1100	1237.5
600	450	600	750	900	1050	1200	1350
650	487.5	650	812.5	975	1137.5	1300	1462.5
700	525	700	875	1050	1225	1400	1575
750	552.5	750	937.5	1125	1312.5	1500	1687.5
800	600	800	1000	1200	1400	1600	1800
850	637.5	850	1062.5	1275	1487.5	1700	1912.5
900	675	900	1125	1350	1575	1800	2025
950	712.5	950	1187.5	1425	1662.5	1900	2137.5
1000	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250
1050	787.5	1050	1312.5	1575	1837.5	2100	2362.5
1100	825	1100	1375	1650	1925	2200	2475
1150	862.5	1150	1437.5	1725	2012.5	2300	2587.5
1200	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700
1300	975	1300	1625	1950	2275	2600	2925
1400	1040	1400	1750	2100	2450	2800	3150
1500	1125	1500	1875	2250	2625	3000	3375
1600	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600
1700	1275	1700	2125	2550	2975	3400	3825
1800	1350	1800	2250	2700	3150	3600	4050
1900	1425	1900	2375	2850	3325	3800	4275
2000	1500	2000	2300	3000	3500	4000	4500
2500	1875	2500	3225	3750	4375	5000	5625
3000	2250	3000	3750	4500	5250	6000	6750
3500	2625	3500	4475	5250	6125	7000	7875
4000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000

SUITE DE LA TABLE DES FORCES BRUTES

PRODUITES AVEC DIFFÉRENTES CHUTES ET DÉPENSES D'EAU PAR SECONDE.

VOLUMES D'EAU en litres.	PUISSANCES DISPONIBLES EN KILOGRAMMÈTRES AVEC DES HAUTEURS DE						
	2m.50	2m.75	3m.00	3m.25	3m.50	3m.75	4m.00
50	125	137.5	150	162.5	175	183	200
75	187.5	206.2	225	243.7	262.5	281.2	300
100	250	275	300	325	350	370	400
125	312.5	343.7	375	406.2	437.5	468.7	500
150	375	412.5	450	487.5	525	555	600
175	437.5	481.2	525	568.7	612.5	656.2	700
200	500	550	600	650	700	740	800
225	562.5	618.7	675	731.2	787.5	832.5	900
250	625	687.5	750	812.5	875	925	1000
275	687.5	756.2	825	883.7	962.5	1031.2	1100
300	750	825	900	975	1050	1110	1200
350	875	962.5	1050	1137.5	1225	1295	1400
400	1000	1100	1200	1300	1400	1480	1600
450	1125	1237.5	1350	1462.5	1575	1665	1800
500	1250	1375	1500	1625	1750	1850	2000
550	1375	1312.5	1650	1787.5	1925	2045	2200
600	1500	1650	1800	1950	2100	2220	2400
650	1625	1787.5	1950	2112.5	2275	2405	2600
700	1750	1925	2100	2275	2450	2590	2800
750	1835	2062.5	2250	2437.5	2625	2775	3000
800	2000	2200	2400	2600	2800	2960	3200
850	2125	2375	2550	2762.5	2975	3145	3400
900	2250	2475	2700	2925	3150	3330	3600
950	2375	2612.5	2850	3087.5	3325	3515	3800
1000	2500	2750	3000	3330	3500	3700	4000
1050	2625	2887.5	3150	3412.5	3675	3885	4200
1100	2750	3025	3300	3673	3850	4070	4400
1150	2875	3162.5	3450	3837.5	4025	4255	4600
1200	3000	3300	3600	4000	4200	4440	4800
1300	3250	3575	3900	4325	4550	4810	5200
1400	3500	3830	4200	4650	4900	5180	5600
1500	3750	4125	4500	4975	5250	5550	6000
1600	4000	4400	4800	5300	5600	5920	6400
1700	4250	4675	5100	5625	5950	6290	6800
1800	4500	4950	5400	5950	6300	6660	7200
1900	4750	5225	5700	6275	6650	7030	7600
2000	5000	5500	6000	6700	7000	7400	8000
2500	6250	6875	7500	8325	8750	9250	10000
3000	7500	8230	9000	10030	10500	11100	12000
3500	8750	9625	10500	11675	12250	12950	14000
4000	10000	11000	12000	13400	14000	14800	16000

SUITE DE LA TABLE DES FORCES BRUTES

PRODUITES AVEC DIFFÉRENTES CHUTES ET DÉPENSES D'EAU PAR SECONDE.

VOLUMES D'EAU en litres.	PUISSANCES DISPONIBLES EN KILOGRAMMÈTRES AVEC DES HAUTEURS DE						
	4m.25	4m.50	4m.75	5m.00	5m.50	6m.00	7m.00
50	212.5	225	237.5	250	275	300	350
75	318.7	337.5	356.2	375	412.5	450	525
100	425	450	475	550	550	600	700
125	531.2	562.5	593.7	625	687.5	750	875
150	637.5	675	712.5	750	825	900	1050
175	733.7	787.5	831.2	875	962.5	1050	1225
200	850	900	950	1000	1100	1200	1400
225	956.2	1012.5	1068.7	1125	1237.5	1350	1575
250	1062.5	1125	1187.5	1250	1375	1500	1750
275	1168.7	1237.5	1306.2	1375	1512.5	1650	1925
300	1275	1350	1425	1500	1650	1800	2100
350	1487.5	1575	1662.5	1750	1925	2100	2450
400	1700	1800	1900	2000	2200	2400	2800
450	1912.5	2025	2137.5	2250	2475	2700	3150
500	2125	2250	2375	2500	2750	3000	3500
550	2337.5	2475	2612.5	2750	3025	3300	3850
600	2550	2700	2850	3000	3300	3600	4200
650	2762.5	2925	3087.5	3250	3575	3900	4550
700	2975	3150	3325	3500	3850	4200	4900
750	3187.5	3375	3562.5	3750	4125	4500	5250
800	3400	3600	3800	4000	4400	4800	5600
850	3612.5	3825	4037.5	4250	4675	5100	5950
900	3825	4050	4275	4500	4950	5400	6300
950	4137.5	4275	4512.5	4750	5225	5700	6650
1000	4250	4500	4750	5000	5500	6000	7000
1050	4462.5	4725	4987.5	5250	5775	6300	7350
1100	4675	4950	5225	5500	6050	6600	7700
1150	4887.5	5175	5462.5	5750	6325	6900	8050
1200	5100	5400	5700	6000	6600	7200	8400
1300	5525	5850	6175	6500	7150	7800	9100
1400	5950	6300	6650	7000	7500	8400	9800
1500	6375	6750	7125	7500	8250	9000	10500
1600	6800	7200	7600	8000	8800	9600	11200
1700	7225	7650	8075	8500	9350	10200	11900
1800	7650	8100	8550	9000	9900	10800	12600
1900	8075	8550	9025	9500	10450	11400	13300
2000	8500	9000	9550	10000	11000	12000	14000
2500	10625	11250	11925	12500	13750	15000	17500
3000	12750	13500	14300	15000	16500	18000	21000
3500	14875	15750	16675	17500	19250	21000	24500
4000	17000	18000	19000	20000	22000	24000	28000

IIme TABLE DES PUISSANCES UTILISÉES,

PROPORTIONNELLEMENT AUX FORCES BRUTES DES CHUTES D'EAU, ET EXPRIMÉES EN CHEVAUX DE 75 KILOGRAMMÈTRES.

Forces brutes en kilogramètr.	FORCES UTILISÉES EN CHEVAUX DANS LE RAPPORT DE					
	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75
50	0.33	0.37	0.40	0.43	0.47	0.50
75	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75
100	0.67	0.73	0.80	0.87	0.94	1.00
125	0.83	0.92	1.00	1.09	1.17	1.25
150	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50
175	1.17	1.27	1.40	1.52	1.63	1.75
200	1.33	1.46	1.60	1.73	1.87	2.00
225	1.50	1.65	1.80	1.95	2.10	2.25
250	1.67	1.83	2.00	2.15	2.34	2.50
275	1.83	2.01	2.20	2.39	2.57	2.75
300	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00
350	2.33	2.56	2.80	3.03	3.27	3.50
400	2.67	2.93	3.20	3.47	3.74	4.00
450	3.00	3.30	3.60	3.90	4.20	4.50
500	3.33	3.66	4.00	4.34	4.67	5.00
550	3.67	4.03	4.40	4.77	5.14	5.50
600	4.00	4.40	4.80	5.20	5.60	6.00
650	4.33	4.77	5.20	5.63	6.07	6.50
700	4.67	5.13	5.60	6.07	6.54	7.00
750	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
800	5.33	5.86	6.40	6.94	7.47	8.00
850	5.67	6.23	6.80	7.37	7.94	8.50
900	6.00	6.60	7.20	7.80	8.40	9.00
950	6.33	6.97	7.60	8.23	8.87	9.50
1000	6.67	7.33	8.00	8.67	9.34	10.00
1050	7.00	7.70	8.40	9.10	9.80	10.50
1100	7.33	8.06	8.80	9.54	10.27	11.00
1150	7.67	8.43	9.20	9.97	10.74	11.50
1200	8.00	8.80	9.60	10.40	11.20	12.00
1300	8.67	9.53	10.40	11.27	12.13	13.00
1400	9.33	10.27	11.20	12.13	13.07	14.00
1500	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00
1600	10.67	11.73	12.80	13.87	14.94	16.00
1700	11.33	12.47	13.60	14.74	15.87	17.00
1800	12.00	13.20	14.40	15.60	16.80	18.00
1900	12.67	13.93	15.20	16.47	17.74	19.00
2000	13.33	14.67	16.00	17.33	18.67	20.00
2500	16.67	18.38	20.00	21.67	23.34	25.00
3000	20.00	22.00	24.00	26.00	28.00	30.00
3500	23.33	25.66	28.00	30.33	32.67	35.00
4000	26.67	29.33	32.00	34.67	37.34	40.00

A l'aide de ces tables, il est facile, même pour les personnes tout à fait étrangères aux calculs des forces hydrauliques, d'estimer approximativement la puissance disponible d'un cours d'eau et la force utile que l'on peut espérer en obtenir. Déjà nous avons montré, par les tables données dans le tome 1er, comment on détermine les dépenses d'eau qui s'écoule par seconde par un orifice connu.

Maintenant il suffit de chercher dans la première table précédente, en regard du volume d'eau exprimé en litres, et dans la colonne qui correspond à la hauteur de chute donnée, le nombre correspondant qui exprime la puissance brute disponible en kilogrammètres. Ainsi, supposons que le volume d'eau trouvé par les tables du 1er vol. soit de 850 litres et la hauteur de la chute de 2m 50, on voit en regard de 850 (2e page de la 1re table), dans la colonne 2m 50, le nombre 2,125 qui représente la force brute.

Si la hauteur de la chute ou le volume ne se trouvait pas dans la table, il serait compris entre deux nombres consécutifs, et on pourrait toujours connaître approximativement le résultat. Ainsi, supposons la dépense de 1,350 litres et la chute de 1m 75, on ne trouve dans la colonne qui représente cette hauteur que les nombres 2,275 et 2,450 correspondants à 1,300 et 1,400, il est évident que la force cherchée correspondante à 1,350 doit être d'environ 2,362. De même, si au lieu de 1m 75 la hauteur de la chute était de 1m 85, comme la différence qui existe entre ce nombre et 1m 75 est de 0m 10, il suffirait d'ajouter au résultat précédent le 1/10 ou 236, ce qui donnerait 2,598 pour la puissance brute.

Suivant le système de moteur que l'on adopte, suivant la dimension qu'on lui donne, et suivant aussi des circonstances variables de localités, dont il faut quelquefois tenir compte, on doit estimer le rapport de l'effet utile à obtenir, rapport qui, comme nous l'avons dit, peut être de 0m 70 à 0m 75, si l'on est bien favorisé sur tous les points, c'est-à-dire si on a une chute constante de plus de 1m 50, par exemple, et un volume d'eau qui ne change presque pas pendant toute l'année. Mais ce rapport peut se réduire à 0m 60 ou 0m 65 et même à 0m 50 ou 0m 55, si les hauteurs de chute sont variables, si la rivière est susceptible d'engorgement, si les dépenses d'eau varient elles-mêmes aussi notablement, et enfin si la chute est de beaucoup inférieure à 1m 40.

Une roue hydraulique qui, dans les meilleures circonstances, avec peu de variations, ne donnerait pas au moins 65 pour cent, serait évidemment vicieuse, et démontrerait que l'on n'a pas utilisé complétement toute la puissance disponible.

A l'aide de la deuxième table qui précède, on peut aussi très-aisément, et sans aucun calcul, estimer la force que l'on peut utiliser avec un cours d'eau dont on a déterminé la force brute. Ainsi, voudrait-on connaître, par exemple, la puissance utile en chevaux de 75 kilogrammètres d'une roue construite pour donner 70 pour cent, la puissance disponible étant de

1,200 kilogrammètres? on trouve dans cette table, colonne $0^m 70$, que le résultat est de 11,20 chevaux. On pourrait de même très-facilement estimer la force équivalente à un nombre qui ne serait pas dans la table, mais qui serait compris entre deux des nombres consécutifs.

Il est évident que ces résultats ne sont qu'approximatifs, mais dans la pratique on n'en est certainement pas à quelques kilogrammètres près ou à quelque fraction de cheval; pour le plus grand nombre de personnes, usiniers, propriétaires ou manufacturiers, et même pour la plus grande partie des constructeurs, cette approximation est tout à fait suffisante, et d'ailleurs, il faut l'avouer, il n'y a aucune règle théorique qui puisse donner pratiquement plus d'exactitude.

Lorsque l'usine doit marcher par une machine à vapeur, la force nominale de celle-ci doit être la puissance réelle, existante, mesurée à l'arbre du volant qui transmet le mouvement au mécanisme des meules; on n'a donc pas à prendre les $0^m 65$ ou $0^m 70$, comme on le fait pour les chutes d'eau. Nous ne faisons pas évidemment cette observation, qui est si simple, pour la plupart de nos lecteurs, mais seulement pour certaines personnes qui, peu au courant des moteurs hydrauliques ou à vapeur, peuvent quelquefois, comme nous l'avons vu par nous-même, faire confusion entre les forces brutes disponibles et les forces utiles réalisées. On voit encore, en effet, assez souvent, estimer un cours d'eau, par le produit de la chute et du volume d'eau, sans tenir compte des pertes réelles qui ont lieu, quel que soit le moteur, dans des proportions assez variables. Il ne faut pas, comme on l'a fait plusieurs fois, regarder la force brute de 10 chevaux, par exemple, mesurée sur cours d'eau, comme égale à la force d'une machine à vapeur dite de 10 chevaux, mais bien comparer les deux forces à l'arbre de la roue hydraulique et à l'arbre de la machine.

Nous l'avons déjà observé ailleurs, il importe beaucoup, lorsque c'est un moteur à vapeur qui doit actionner un moulin à blé, que le volant soit d'une grande énergie pour obtenir la régularité nécessaire, pour éviter la réaction des meules. Plusieurs ingénieurs et mécaniciens ont cru, à tort ou à raison, que par cela même que les meules sont des masses cylindriques qui tournent rapidement, elles doivent former volant et, par conséquent, se régulariser d'elles-mêmes et ne pas exiger pour le moteur un volant puissant, mais il n'en est pas ainsi en pratique; il y a un combat continuel entre la machine et les meules, il se produit des secousses, des réactions très-vives, lorsque l'énergie du volant n'est pas suffisante pour vaincre l'inertie de ces dernières.

C'est pourquoi nous avons adopté, et toujours conseillé pour les moulins à vapeur, des volants énergiques dont la vitesse à la circonférence soit notablement plus grande que celle des meules; ainsi lorsque cette dernière est de 8^m à $8^m 20$, celle du volant doit être de 10 à 11 mètres par seconde.

Nous conseillons encore, autant que possible, le système de machine à deux cylindres, à moyenne pression et à condensation, comme étant celui

qui présente le plus de régularité dans la marche et le plus d'économie dans la consommation du combustible. Devant bientôt publier une telle machine avec détails, nous pourrons parler de sa construction et de ses avantages d'une manière très-étendue.

DU NOMBRE DE PAIRES DE MEULES. — On n'est pas toujours parfaitement d'accord sur le nombre de paires de meules à établir, lorsqu'on construit un moulin neuf à l'anglaise; cela tient à plusieurs causes: la première, que nous regardons comme la principale, est évidemment due aux localités, chaque pays travaille d'une certaine manière et par suite fait produire plus ou moins à chaque paire de meules; ainsi à Paris, où les farines doivent être très-supérieures en qualité, en blancheur, la mouture est faite avec beaucoup de soin, avec des meules très-rapprochées, on préfère donner à celles-ci moins de blé à moudre, et obtenir le plus possible de farines premières; au contraire, dans le midi de la France, dans le Lyonnais et d'autres localités, on fait beaucoup de farines rondes, de farines de qualité inférieure, de moins belle apparence, ce qui exige de moins serrer les meules, et permet de leur faire moudre beaucoup plus de blé dans le même temps. La mouture pour le paysan est encore bien moins finie, elle est généralement grossière; mais il faut dire qu'elle ne se fait guère plus que dans les anciens moulins, dont une partie sont même restaurés ou refaits à neuf, et dans lesquels on cherche nécessairement à faire produire le plus possible à chaque paire de meules. Dans les établissements qui travaillent spécialement pour la guerre, une grande partie des sons restent dans la farine, la mouture est faite à la grosse, on ne fait pour ainsi dire que concasser le blé, les meules doivent moudre considérablement et avec peu de frais et le blutage est aussi très-imparfait.

La seconde cause qui influe sur la détermination des nombres de meules provient de l'incertitude sur la force nécessaire pour les mouvoir. On ne remarque pas, le plus souvent, que cette force doit être variable, non-seulement suivant la quantité de grains que l'on veut faire moudre à chaque paire de meules, mais encore suivant la nature même des produits que l'on veut obtenir. Cependant la pratique a conduit, à cet égard, à des résultats suffisamment exacts, pour qu'on sache véritablement se fixer sous ce rapport.

Une autre cause, qui doit aussi être prise en considération, est relative aux dimensions même des meules. Ainsi, celles qui ont 1^{m}50 de diamètre, par exemple, prennent plus de force, toutes choses égales d'ailleurs, que les meules de 1^{m}30, mais aussi elles font plus d'ouvrage, de même les meules de 1^{m}60 à 1^{m}75, exigent plus de puissance, et donnent plus de mouture, dans un temps donné, que celles de 1^{m}50 ou de 1^{m}40. Par conséquent, on doit être évidemment arrêté sur les diamètres des meules que l'on veut adopter, pour en limiter le nombre à établir d'après la force utile disponible.

Dans notre opinion, une trop grande quantité de meules ne nuit pas au

bon travail de la mouture, tandis que, au contraire, lorsque le nombre n'est pas suffisant, on est obligé de leur faire produire proportionnellement davantage au détriment de la bonne mouture.

Nous avons vu quelquefois se plaindre à tort d'avoir monté trop de meules sur une chute d'eau donnée. Si le fabricant ne connait pas son métier, ce qui arrive dans la meunerie, plus rarement il est vrai aujourd'hui, s'il ne tient pas son moulin en bon état, s'il n'a pas soin que ses meules soient toujours bien rhabillées, que tous les mouvements soient bien graissés, que la distribution du grain se fasse bien régulièrement, et enfin que les appareils de nettoyage, de blutage et d'autres accessoires, fonctionnent convenablement, on comprend sans peine qu'il dépensera de la force en pure perte, et que, par suite, il ne pourra pas faire marcher la quantité de meules déterminées. Les meuniers habiles sont tellement convaincus de ce résultat qu'ils apportent constamment la plus grande attention à ce que tout le mécanisme soit toujours en parfait état, et ils ne craignent pas de renouveler très-souvent le rhabillage qu'ils surveillent avec un soin tout particulier.

Comme nous l'avons vu, en traitant du gros mécanisme proprement dit (tome 1er, 3 et 5), le diamètre généralement adopté dans les moulins, pour les meules à l'anglaise, est de 1m30, et leur vitesse est de 115 à 120 révolutions par minute. De telles meules, dans les usines bien organisées des environs de Paris, ne moulent, en moyenne, que 15 à 16 hectolitres de blé par 24 heures; mais on obtient aussi 60, 62 et 63 pour °/o de farine première, qui est si recherchée par la boulangerie de la capitale.

Dans ces conditions, nous avons trouvé qu'il faut la force d'un cheval utile de 75 kilogrammètres pour moudre moyennement 20 à 22 kilogrammes de blé par heure, ou 4 chevaux environ pour 80 à 88 kilogrammes; nous comprenons, dans cette évaluation, la puissance nécessaire, non-seulement pour faire mouvoir le mécanisme des meules, mais encore pour tous les accessoires et appareils de l'usine.

On voit donc, d'après cela, que pour moudre 15 à 16 hectolitres par 24 heures (ce qui correspond à 50 ou 51 kilogrammes par heure), il faut une force réelle de deux chevaux et demi, y compris le nettoyage et le blutage.

Si donc on a une puissance utile de 15 chevaux, par exemple, on devra monter six paires de meules, dans les conditions qui précèdent, pour employer convenablement cette force à faire marcher toute l'usine. Il est à remarquer que dans ce compte, nous comprenons la paire de meules qui peut être en rhabillage ; cette opération se faisant à peu près régulièrement tous les cinq à six jours ou toutes les semaines au plus, il y en a donc presque constamment une paire arrêtée et découverte pour être rhabillée; le meunier actif s'arrange, d'ailleurs, pour que ce travail se fasse bien, avec rapidité, et, autant que possible, pendant le jour.

Dans les usines, qui font les moutures moins serrées, et qui, par consé-

quent, travaillent avec des meules moins rapprochées, comme celles de la plus grande partie de la Bourgogne, du Lyonnais, et de plusieurs autres contrées, on fait moudre 24 à 25 hectolitres de blé par paire de meules et par 24 heures, et souvent même plus; le travail est donc beaucoup plus considérable, mais c'est évidemment aux dépens de la qualité des farines; on fait alors, presque toujours, plus de rondes ou de secondes que de premières.

La force employée par chaque paire de meules est nécessairement plus grande, cependant elle n'augmente pas proportionnellement à la quantité de produits. En effet, d'après les expériences que nous avons citées dans notre premier volume, on a vu que l'on moud, dans le second cas, 25 à 26 kilogrammes de blé avec la force utile d'un cheval de 75 kilogrammètres, tandis que dans le premier cas on ne moud pas plus de 20 à 22. Il y a donc un avantage réel sous ce rapport, et on peut dire, sans crainte d'erreur sensible, qu'avec la puissance de 4 chevaux on pourra moudre (suivant le genre de mouture adopté à Dijon, à Lyon, et ailleurs), 100 à 104 kilogrammes de blé par heure, lorsque dans les environs de Paris, avec cette même puissance on ne produit que 80 à 88 kilogrammes.

Dans les moulins destinés à la guerre, les moutures étant, comme nous l'avons dit, beaucoup plus grossières, et, par conséquent, les meules travaillant moins rapprochées, la dépense de force est encore proportionnellement moindre, d'autant plus que les appareils de nettoyage et de blutage sont extrêmement restreints, aussi on peut estimer que le travail est bien de 28 à 30 kilogrammes de blé moulu par heure et par cheval. En effet, d'après des expériences suivies, faites à la manutention des vivres de Paris, nous avons constaté qu'avec une machine à vapeur de la force de 24 à 25 chevaux, faisant marcher habituellement 7 paires de meules de $1^{m}30$, on a moulu 17,374 kilogrammes de blé en 24 heures; ce travail correspond à la puissance de 3 chevaux et demi et à $103^{k}4$ de blé moulu par paire de meules, soit à $29^{k}5$ par cheval et par heure.

On peut donc conclure des résultats qui précèdent:

1° Qu'avec la force utile et réelle de 1 cheval (ou 75 kilogrammètres par seconde), on doit moudre au minimum 20 kilog. de blé, et au maximum 30 kilog. par heure;

2° Que la quantité minimum s'applique aux moulins qui travaillent pour le commerce, et particulièrement pour la capitale, en extrayant des farines de première qualité le plus possible;

3° Que la quantité moyenne (ou 25 à 26 kilog. par heure) est le résultat produit par des moulins qui travaillent également pour le commerce, mais en faisant beaucoup de farines rondes, comme celles livrées à la consommation de Lyon et d'autres contrées;

4° Enfin que la quantité maximum correspond aux produits des moulins qui ne font que des moutures grossières, et dans lesquels les appareils de nettoyage et de blutage sont très-simples.

IIIme TABLE

DE LA FORCE, DE LA QUANTITÉ DE BLÉ MOULU, ET DU NOMBRE DE PAIRES DE MEULES A L'ANGLAISE AVEC LES APPAREILS DE NETTOYAGE, DE BLUTAGE, ET AUTRES ACCESSOIRES.

FORCE EFFECTIVE DÉPENSÉE EN		QUANTITÉ DE BLÉ MOULU EN KILOGRAMMES PAR HEURE.			NOMBRE DE PAIRES DE MEULES.		
chevaux.	kilogramèt.	minimum.	moyenne	maximum.	minimum.	moyenne.	maximum.
1	75	20	25	30	1 »	1 »	1 »
2	150	40	50	60	1 »	1 »	1 »
3	225	60	75	90	1 »	1 »	1 »
4	300	80	100	120	1 à 2	1 »	1 »
5	375	100	125	150	2 »	1 à 2	1 à 2
6	450	120	150	180	2 à 3	2 »	1 à 2
7	525	140	175	210	2 à 3	2 »	2 »
8	600	160	200	240	3 »	2 à 3	2 »
9	675	180	225	270	3 à 4	3 »	2 à 3
10	750	200	250	300	4	3 »	2 à 3
12	900	240	300	360	4 à 5	4 »	3 »
14	1050	280	350	420	5 »	4 à 5	4 »
16	1200	320	400	480	6 »	5 »	4 à 5
18	1350	360	450	540	6 à 7	6 »	5 »
20	1500	400	500	600	7 »	6 à 7	5 à 6
22	1650	440	550	660	8 »	7 »	6 »
24	1800	480	600	720	9 »	8 »	6 à 7
26	1950	520	650	780	10 »	8 à 9	7 »
28	2100	560	700	840	11 »	9 »	8 »
30	2250	600	750	900	12 »	10 »	8 à 9
32	2400	640	800	960	12 à 13	10 à 11	9 »
34	2550	680	850	1020	13 »	11 »	9 à 10
36	2700	720	900	1080	14 »	12 »	10 »
38	2850	760	950	1140	15 »	12 à 13	10 à 11
40	3000	800	1000	1200	16 »	13 »	11 »
45	3375	900	1125	1350	18 »	15 »	12 à 13
50	3750	1000	1250	1500	20 »	16 à 17	14 »
55	4125	1100	1375	1650	22 »	18 »	15 à 16
60	4500	1200	1500	1800	24 »	20 »	17 »
65	4875	1300	1625	1950	26 »	21 à 22	18 à 19
70	5250	1400	1750	2100	28 »	23 »	20 »
75	5625	1500	1875	2250	30 »	25 »	21 à 22
80	6000	1600	2000	2400	32 »	26 à 27	»
85	6375	1700	2125	2550	34 »	28 »	24 »
90	6750	1800	2250	2600	36 »	30 »	25 à 26
95	7125	1900	2375	2850	38 »	31 à 32	27 »
100	7500	2000	2500	3000	40 »	33 »	28 à 29

On conçoit que, d'après ces conclusions, nous ayons pu établir la table précédente qui, à première vue, donne, d'une part, la quantité de blé que l'on peut moudre avec une force utile, connue, et de plus, le nombre approximatif de paires de meules que l'on doit adopter lorsqu'on veut monter une minoterie sur une puissance déterminée.

Il est facile de voir par cette table que le nombre de paires de meules varie suivant les trois cas mentionnés plus haut; nous croyons qu'elle est suffisante pour servir de guide dans la construction des moulins, quel que soit le genre de moteur que l'on adopte.

Nous devons le dire, c'est plutôt sur de telles données qu'il importe de fixer la quantité de meules, lorsqu'on est appelé à remplacer un vieux moulin par un nouveau, que sur ce qui existait antérieurement; car il n'y a généralement aucun rapport entre le travail d'une ancienne paire de meules à la française de 1m80 à 2m10 de diamètre, et celle d'une paire de meules à l'anglaise. En effet, nous avons vu monter dans telle localité, dans telle usine qui n'avait que deux paires d'anciennes meules de 2 mètres, trois ou quatre paires de petites meules de 1m30, et dans telle autre jusqu'à six, huit et dix paires.

Ces différences notables existent pour plusieurs raisons : ainsi on comprend que si le moteur appliqué à un vieux moulin est mal établi, mal disposé, il utilise peu la force disponible, et n'est capable que de faire un travail beaucoup inférieur à celui qu'il devrait réellement produire. D'un autre côté, les grandes meules à la française, à larges éveillures mais sans rayon, peuvent moudre beaucoup ou peu à volonté, et, d'ailleurs, le travail est généralement plus grossier. Nous pensons, en fait, que la quantité de blé moulu par une paire de grandes meules, dans un temps donné, est presque toujours au moins double de celle d'une paire de petites meules.

Nous croyons devoir encore, à ce sujet, faire une observation qui paraîtra de quelque importance, du moins auprès de certaines personnes. Dans plusieurs localités, sans adopter d'une manière complète le système anglais, on a monté des moulins sur un système mixte, c'est-à-dire qu'on a perfectionné les mouvements, le mode de mouture, et surtout le moteur hydraulique : de tels moulins produisant un travail assez avantageux, nous dirons même produisant plus, avec une force motrice donnée, qu'on n'a pu leur faire produire plus tard, en les mettant entièrement à l'anglaise, on a été surpris et on s'est même, quelquefois, plaint près du constructeur d'obtenir moins après qu'avant leur établissement.

Il faut bien le reconnaître, lorsqu'on améliore un moulin français, c'est-à-dire lorsqu'on lui applique une bonne roue hydraulique et une bonne communication de mouvement, tout en conservant les grandes meules et avec peu d'accessoires, comme il est, après tout, dans son ensemble, sensiblement moins compliqué que le moulin anglais qui viendrait le remplacer ou qui serait établi avec la même force disponible, il doit produire

plus que celui-ci, quoique ce dernier soit généralement préféré, parce que les appareils y sont plus complets et disposés pour marcher d'une manière plus continue, plus suivie.

Nous devons dire aussi qu'il y a des meuniers qui donnent la préférence à des meules de 1m 40 à 1m 50, et quelquefois même à des meules de 1m 60 de diamètre, en adoptant néanmoins le mode américain, c'est-à-dire des meules rayonnées et rhabillées exactement comme celles de 1m 30. Ils leur font faire plus d'ouvrage dans le même temps qu'à celles-ci, quoiqu'ils leur donnent une vitesse moindre qui ne s'élève guère qu'à 90 à 100 révolutions par minute. Ces dimensions plus grandes peuvent présenter un avantage, c'est de simplifier, d'une part, le mécanisme en diminuant le nombre de paires de meules, et de permettre, de l'autre, de tirer parfois mieux parti de toute la puissance du moteur. On comprend, en effet, que l'on peut avoir trop de force, dans de certains moments, pour faire marcher un moulin de plusieurs paires de meules de 1m 30, en travaillant bien, et que cette force pourrait être utilisée entièrement avec des meules de 1m 50 à 1m 60; ou bien il peut arriver que l'on n'a pas assez de puissance pour faire tourner deux paires de petites meules, mais trop pour une seule paire; ou que l'on ne veut pas faire les frais auxquels entraîne tout le mécanisme, tandis qu'avec une seule paire de meules plus grandes, on peut profiter de toute la force et travailler convenablement avec moins de dépense première, moins de frais d'achat et d'entretien.

Ces considérations ne s'appliquent généralement qu'à des établissements de second ou de troisième ordre, qui n'occupent qu'un nombre très-restreint de paires de meules. Pour les moulins importants, nous l'avons dit, c'est le diamètre de 1m 30 qui a été adopté partout, et on abandonne aujourd'hui les diamètres plus petits.

Nous aurions désiré ajouter, dans la table qui précède, une colonne relative aux résultats produits par l'accélérateur-Cabanes, que nous avons décrit dans le 5e volume. Mais, pour cela, il serait utile que de nouvelles applications fussent faites dans divers moulins. Comme l'auteur persévère dans l'emploi de cet appareil dont il s'occupe de faire une application en grand à Bordeaux, nous espérons pouvoir y revenir avec détails, et qu'il arrivera à convaincre, comme il dit, les *incrédules*.

Disposition du gros mécanisme. — Lorsqu'on est arrêté sur le moteur et le nombre de meules, il faut chercher la disposition la plus convenable à adopter, soit pour la communication du mouvement, soit pour le beffroi du moulin. Nous sommes entré, à ce sujet, dans des détails assez développés, en publiant les gros mécanismes de moulins à engrenages (tom. 1er) et à courroies (tom. 3 et 5). Le plan fig. 1, pl. 24, et les élévations, fig. 6 et 7, pl. 25, quoique sur une très-petite échelle, peuvent rappeler le premier système avec beffroi circulaire. Nous n'avons réellement que peu de mots à ajouter à ce que nous avons dit sur ce système.

Nous remarquerons seulement que pour arriver à profiter d'un étage sur

la totalité du bâtiment, les meules sont ici placées au rez-de-chaussée sur un fragment de plancher à peu de hauteur au-dessus du sol; cette disposition, qui a été appliquée déjà dans plusieurs circonstances, et entre autres, par M. Gosme à Coulommiers, par M. Calla, à Moret, près Fontainebleau, et à Bourg-en-Bresse, par M. Cartier, à Brest, par M. Holcroft, etc., est aussi proposée par nous avec des colonnes creuses à cuvettes, recevant chaque paire de meules B.

Ces colonnes, qui sont à larges ouvertures, comme celles de M. Holcroft et de M. Christian, ont très-peu de hauteur pour que les meules ne se trouvent pas à plus d'un mètre à 1m20 au-dessus du plancher du rez-de-chaussée; elles peuvent se faire en forme de vase évidé pour plus d'élégance et de légèreté. Elles conviennent parfaitement dans toute localité et avec toute espèce de mécanisme, parce qu'elles peuvent se placer indifféremment en ligne droite ou en ligne circulaire, et rapprochées ou écartées plus ou moins à volonté.

Par une telle disposition, il y a non-seulement économie sur le beffroi des meules, mais encore un avantage notable pour toute l'usine. En effet, les meules étant au rez-de-chaussée, la trémie à blé nettoyé (si on ne se sert pas de comprimeur) peut être située au premier étage, au lieu d'être au second, et par suite les nettoyages se placent au deuxième et au troisième, au lieu d'être aux troisième et quatrième; il en est de même des bluteries, des rateaux, etc., qui peuvent aussi se trouver respectivement à un étage inférieur. De sorte qu'avec un bâtiment de quatre étages au lieu de cinq, on peut parfaitement faire le service de tout le moulin, et on diminue les élévateurs ou chaînes à godets, la colonne d'arbres verticaux, etc.

Lorsque le moteur est une roue hydraulique qui, habituellement, ne tourne qu'avec une vitesse de 3, 4 à 5 tours par minute, il faut ordinairement *un triple harnais* pour communiquer son mouvement aux meules, en admettant le mode par engrenages. Ainsi, on place sur l'arbre de la roue ou même contre une couronne de celle-ci, une première roue dentée *a* que nous engageons, quand il est possible, à construire avec la denture intérieure, afin de présenter plus de dents en contact; elle commande un pignon droit *b*, monté à l'extrémité d'un arbre intermédiaire en fonte *c* qui vers l'autre bout, porte une roue d'angle *d*, engrenant avec un pignon plus petit *e*; sur l'arbre vertical de celui-ci est une grande roue horizontale *f*, qui engrène à la fois avec tous les pignons de meules *g*.

Dans quelques cas, on a adopté un quadruple harnais, et dans d'autres, un double harnais seulement. Nous n'engagerons jamais à suivre ce dernier système, qui n'est réellement pas convenable, lorsque le moteur marche à une faible vitesse, parce qu'il oblige à faire les pignons trop petits et les roues trop grandes de diamètre; or les pignons trop petits sont mauvais, fatiguent et s'usent trop vite, et les roues très grandes sont lourdes, dispendieuses et difficiles à construire; ce mode ne peut convenir que pour

un système de moulin mixte dont les meules ont au moins 1m50 de diamètre.

Le quadruple harnais est très-bon, parce qu'il permet de bien proportionner les roues et les pignons sans avoir de grands rapports entre eux et de faire les dentures fines pour produire des mouvements très-doux; seulement il est nécessairement plus dispendieux que le triple harnais, puisqu'il faut alors un arbre de couche de plus, ses deux paliers et une paire de roues dentées.

Lorsque le moteur est une turbine, sa vitesse de rotation étant déjà très-grande, la communication de mouvement est de beaucoup simplifiée, elle peut se réduire à la roue horizontale et aux pignons de meules, s'il est possible de placer la turbine dans le moulin immédiatement au-dessus du beffroi des meules, comme on l'a fait à Saint-Maur; dans le cas contraire, le mouvement se complique et il devient préférable de faire l'application des courroies.

Si le moteur est une machine à vapeur, on peut se contenter d'un double harnais, si son arbre tourne à une vitesse convenable de 28 à 30 révolutions par minute, au moins; mais il est préférable d'appliquer un triple harnais (comme on l'a vu chez MM. Vachon, et chez M. Brondes à Lyon), si sa vitesse est moindre, et on place alors le volant sur l'arbre de couche intermédiaire, au lieu de le monter sur l'arbre de la manivelle.

Pour des moulins importants, nous conseillons d'appliquer le système par courroies, (quoique étant peut-être généralement plus dispendieux et plus compliqué que le système direct par engrenages), comme présentant l'avantage d'arrêter à volonté et successivement chaque paire de meules sans arrêter le moteur, et de plus, de prévenir parfois des accidents, en ce que les courroies peuvent glisser sur leurs poulies, tandis que les pignons des meules et la roue qui les commande peuvent se rompre et occasionner d'autres ruptures.

La fig. 3 représente un fragment d'ensemble du mode de transmission par courroies adopté dans le bel établissement de M. Darblay à Corbeil, et que nous avons décrit au commencement du IIIe volume. On se rappelle que le mouvement principal est communiqué de la turbine à un grand arbre de couche *a*, placé au milieu de la largeur du bâtiment, et qui commande par autant de paires de roues d'angle *b* et *c*, des arbres verticaux *d*, garnis chacun de deux grandes poulies *e*, afin de faire mouvoir de chaque côté deux poulies semblables *f*, montées sur les fers de meules. Cette disposition qui, du reste, est très-commode pour le service, est assez compliquée, puisqu'elle exige une paire de roues d'angle, un arbre de couche avec un bout d'arbre vertical et quatre poulies pour deux paires de meules.

La disposition indiquée sur la fig. 4 est plus simple, en ce que le même arbre vertical *d* porte un large tambour ou autant de poulies les unes au-dessus des autres, que l'on veut commander de paires de meules, qui alors sont disposées à égale distance autour du centre commun. Elle est évidemment très-convenable pour des moulins de 3, 4 à 5 paires de meules. Pour

une minoterie de 8 à 10 paires, il serait préférable de diviser le système en deux semblables.

Dans le moulin de Brest, pour la marine royale, et qui est mis en activité par une machine à vapeur, le système est mixte, c'est-à-dire que deux des meules marchent par engrenages et les autres par courroies; ainsi l'arbre de couche *a* (fig. 5), qui communique avec le moteur, transmet son mouvement à un second arbre perpendiculaire *b* par les roues d'angle *c* et *d*; cet arbre se prolonge et commande à chaque extrémité, par deux paires de roues plus petites *e*, *f*, les arbres verticaux *g*, qui ne sont autres que les fers des deux premières meules, et qui portent les poulies *h*, lesquelles transmettent leur mouvement aux autres semblables *h'* par des courroies. Toutes ces poulies sont plus grandes que dans les systèmes précédents, parce que les meules sont elles-mêmes plus grandes, on leur a donné $1^m 42$ à $1^m 43$ de diamètre au lieu de $1^m 30$.

On sait qu'avec ce mode de mouvement par courroies il faut des tendeurs ou des poulies de tension *i*, que l'on peut aisément faire pivoter autour d'un axe à colonnes afin de les débrayer ou de les faire appliquer contre les courroies, au moyen d'un léger poids ou d'un système à cric analogue à celui que nous avons décrit dans le tome V. Pour les diamètres, les vitesses et les largeurs qu'il convient de donner aux poulies et aux courroies, nous ne pouvons mieux faire que de renvoyer aux règles et aux tables publiées au commencement du tome III, et dans notre traité sur les moulins, les moteurs hydrauliques et à vapeur.

DISPOSITION GÉNÉRALE DES APPAREILS DE NETTOYAGE ET DE BLUTAGE.

Lorsqu'on entre pour une première fois dans un bon moulin à l'anglaise bien monté, on est véritablement étonné de voir la quantité d'appareils qui y fonctionnent et le peu de monde que l'on y emploie; et lorsqu'on cherche à se rendre compte de toutes les opérations successives qui s'y font, on ne peut s'empêcher d'admirer l'agencement, l'ordre qui règne partout, et de reconnaître combien toutes ces opérations s'effectuent avec justesse et rapidité.

S'il y a aujourd'hui beaucoup d'établissements dans lesquels le travail s'exécute d'une manière continue, il n'en est pas certainement qui opèrent avec plus de précision et moins d'employés.

En effet, depuis le moment où le blé est jeté dans la trémie qui doit alimenter les appareils de nettoyage jusqu'à celui où il se trouve broyé, réduit en mouture et bluté, il n'y a aucune manipulation, aucune main-d'œuvre à bras d'homme, toutes les opérations se font mécaniquement et toujours en se succédant de l'une à l'autre. Le blé se nettoie, se divise, se comprime ou se lave au besoin en passant successivement de l'émotteur au tarare, du tarare au diviseur ou au trieur, et de là au laveur ou au comprimeur, puis

il se distribue dans les conduits de chaque paire de meules; écrasé bientôt par celles-ci, la mouture qui en résulte, composée de farines, de sons et de résidus, tombe d'abord dans un récipient qui la conduit par une vis sans fin à une chaîne à godets, au moyen de laquelle elle est élevée jusqu'au dernier étage de l'usine, afin de retomber dans une chambre où un ramasseur la remue lentement pour la refroidir et la projeter par petites quantités dans des bluteries qui en séparent les farines des sons et recoupettes; les premières sont reçues dans une chambre spéciale dite *à mélange*, d'où on peut aisément la mettre en sac, ce qui se fait encore par un mécanisme très-simple auquel on a donné le nom de *poche anglaise*. Les sons et les gruaux sont blutés à part et reçus dans des cases spéciales ou dans des sacs.

On voit donc, d'après ce simple exposé, que tout le travail des ouvriers employés dans un tel moulin consiste, d'une part, à recevoir le blé, à le jeter dans la trémie, et de l'autre, à mélanger les farines, à les mettre en sacs, puis à reprendre les gruaux et les sons. Ce sont des hommes de peine qui font ce travail, des rhabilleurs s'occupent spécialement des meules, et un contre-maître ou garde-moulin qui est lui-même rhabilleur, vérifie constamment la mouture et a le soin de veiller à ce que toutes les opérations s'exécutent ponctuellement et que toutes les machines et les transmissions de mouvement soient en bon état.

Des nettoyages. — Les appareils destinés au nettoyage des blés, dans les moulins à l'anglaise, sont d'une grande importance; aussi les meuniers les plus habiles ont-ils porté toute leur attention de ce côté, et on n'est pas surpris aujourd'hui de voir, dans telle usine, des systèmes plus complets que dans d'autres, à égal nombre de meules.

Pour un moulin de 3 à 4 paires de meules, on se contente habituellement d'un tarare vertical F, d'un émotteur G et d'un cylindre cribleur H, tels que ceux que nous avons publiés dans la 3e livraison de notre Ier volume. On a le soin de disposer ces appareils de manière qu'ils communiquent directement de l'un à l'autre. Ainsi, l'émotteur G est placé au-dessus du cylindre vertical F, et celui-ci déverse dans le cylindre diviseur H tout le grain qu'il a nettoyé.

En examinant les dessins, on voit sans peine que le blé versé dans la grande trémie en bois J, tombe dans la partie inférieure de la chaîne à godets I, qui s'élève successivement jusqu'au-dessus de l'entrée du cylindre émotteur; ce cylindre formé, comme on sait, d'une feuille de tôle ou de cuivre percée de trous longs et ronds un peu plus grands que le grain, donne sortie à celui-ci au fur et à mesure qu'il tourne, et son enveloppe en tôle pleine, qui le reçoit, le projette entre le tambour et la chemise du tarare, pendant qu'il conduit les pierres, les pailles et les mottes qu'il a enlevées, au dehors de l'appareil.

On a vu que le cylindre vertical est garni de tôles piquées, dont les aspérités très-vives frottent le grain en tout sens, à mesure qu'il descend à sa partie inférieure, et en dégagent par suite toute la poussière.

La trémie J est ordinairement d'une grande capacité, afin de pouvoir contenir assez de blé pour l'alimentation du moulin, pendant une demi-journée au moins; ainsi, si on est susceptible de moudre 70 à 80 hectolitres par 24 heures, il est prudent de faire une trémie qui puisse en contenir 35 à 40 hectolitres, pour que les hommes ne soient pas obligés de renouveler trop souvent. L'emplacement de la trémie n'est pas toujours bien déterminé, tantôt on la met à un étage et tantôt à un autre; nous engageons à la placer le plus possible dans le dernier étage après le comble du bâtiment, car c'est le plus ordinairement dans cette partie que l'on apporte le blé, à l'aide du monte-sac K, et on peut le verser directement sur le bord de la trémie, qui est faite justement de manière à désafleurer le dernier plancher de 2 à 3 décimètres, comme le montre la coupe fig. 6. Par cette disposition, les hommes ont une grande facilité à renverser les sacs et à remplir la trémie, et l'élévateur I n'a qu'un étage et demi à traverser pour monter le blé de sa partie inférieure au sommet du nettoyage.

Il importe beaucoup de faire en sorte que ces appareils soient le plus isolés possible de tout le reste de l'usine, et de les entourer de cloisons bien fermées pour éviter que la poussière ne se répande dans le bâtiment, ce qui serait évidemment très-pernicieux pour les farines. On s'arrange aussi pour qu'elle se dégage aisément au dehors de l'établissement en laissant, à cet effet, des ouvertures convenables pour produire un courant d'air continuel.

Pour que l'alimentation de l'élévateur se fasse bien régulièrement, on dispose ordinairement au bas de la trémie à blé un auget distributeur marchant par une came à plusieurs dents, ou bien une sorte de vis sans fin très-courte, mais d'un grand pas, qui, à chaque tour, reçoit et livre une petite quantité de blé aux godets de la chaîne.

Il y a des moulins dans lesquels les nettoyages sont doubles, et alors le blé passe dans un second tarare, après avoir déjà subi l'action énergique d'un premier. Lorsque la minoterie est importante, qu'elle comprend 6 à 8 paires de meules, on applique souvent deux doubles systèmes semblables, par conséquent 4 tarares ou cylindres verticaux, communiquant deux par deux; c'est ce qui a lieu aux moulins à vapeur de MM. Vachon et de M. Brondes, à Lyon, aux moulins à eau de Plombières près Dijon, et dans d'autres usines.

Dans tous les cas, au-dessus de 4 paires de meules, nous regardons comme très-utile d'employer deux appareils de nettoyage, indépendants l'un de l'autre, et munis chacun de leurs émotteurs et de leurs cylindres cribleurs ou diviseurs. Comme ils ne fonctionnent généralement pas constamment, il est essentiel évidemment qu'ils puissent débiter plus vite que les meules; c'est pourquoi aussi on met une seconde trémie K dans l'étage qui se trouve immédiatement au-dessus des meules afin de recevoir tout le blé nettoyé; cette trémie sert comme la première de réservoir, pour suffire à l'alimentation aussi bien pendant l'interruption que pendant

l'activité des nettoyages; elle doit donc être faite également d'une grande capacité.

Ces trémies se font habituellement sur place et en sapin, sur des montants et des traverses en chêne; leur partie inférieure doit toujours être en forme de tronc de pyramide à base renversée, pour diriger le blé vers une seule ouverture.

Quand on tient à comprimer les blés, avant de les soumettre à l'action des meules, ce qui est nécessaire lorsqu'on est susceptible de moudre des blés durs ou mélangés de pierres, on fait usage d'un comprimeur à cylindres L, semblable à celui dont nous avons donné le dessin et la description à la fin de notre IIIe vol. Dans ce cas, on doit faire en sorte que le nettoyage soit assez élevé pour que le cylindre diviseur puisse verser le blé directement dans la petite trémie qui surmonte ce comprimeur; la trémie K qui se trouve au-dessous reçoit alors du blé concassé, et qui est dégagé de ses petites pierres. Cet appareil, dans les dimensions convenables, peut suffire à un moulin de 6 à 8 paires de meules et plus.

On mouille aussi quelquefois les blés trop secs à l'aide d'un cylindre en tôle ou en zinc, renfermant à l'intérieur des palettes disposées en forme de vis; en imprimant un mouvement de rotation à ce cylindre, le blé qu'on y fait entrer par un bout est bientôt conduit à l'autre extrémité par l'effet des palettes, et en même temps il est humecté par un léger filet d'eau qu'on y fait tomber goutte à goutte. Cette opération qui est très-simple se fait à la suite du nettoyage, après que le blé a passé au cylindre diviseur.

Ce n'est pas ici le lieu de parler de tous les systèmes d'appareils proposés et mis à exécution pour le nettoyage des blés, surtout après avoir décrit avec détails, dans le tome Ire, celui qui est le plus universellement répandu; nous croyons cependant devoir dire un mot de ce qui peut être regardé comme complément de cette opération si essentielle dans laquelle on ne saurait trop apporter d'attention.

Après avoir passé le blé dans un tarare vertical comme celui que nous avons indiqué, il y a des meuniers qui le soumettent à l'action énergique d'une brosse circulaire tournant sur une table en tôle piquée; cet appareil appelé *ramonerie*, a été adopté dans un grand nombre d'établissements; cependant, comme les brosses s'usent assez rapidement, des meuniers lui préfèrent un second tarare à tambour vertical, ou bien un nettoyeur formé de plusieurs cylindres horizontaux et parallèles, superposés les uns aux autres; ces cylindres garnis, comme le tambour de tôle crevée, sont aussi entourés d'une chemise également en tôle et laissent entre eux et celle-ci un espace entre lequel le blé est forcé de passer. Ce système est moins énergique que le tarare vertical et prend plus de force, mais il peut convenir pour compléter le nettoyage.

Quelques meuniers ont essayé de faire circuler le blé rapidement dans des cribles très-inclinés en tôle piquée; mais cette disposition n'est pas toujours applicable, et d'ailleurs elle ne nous paraît pas avantageuse en ce que

pour être un peu efficace, il faut que les cribles soient très-multipliés, et par suite, occupent toute la hauteur du bâtiment, ce qui exige de remonter ensuite les blés dans la trémie J.

M. Christian vient de proposer un système que nous voudrions voir appliqué prochainement, et qui consiste à chasser successivement le grain, à l'aide d'un ventilateur énergique, dans une suite de conduites en tôle piquée ; en parcourant ainsi un long trajet, et avec une certaine rapidité, le blé se trouve nécessairement froissé par les aspérités des tôles qu'il rencontre dans tous les sens, et doit, par conséquent, être bien nettoyé.

Nous avons fait connaître, dans le Ve volume, le trieur mécanique de MM. Vachon, que nous regardons comme un appareil extrêmement important et tout à fait indispensable dans les minoteries, comme dans l'agriculture. Déjà employé dans plusieurs usines connues, cet appareil complète évidemment le nettoyage en effectuant une opération très-délicate, et qui avait été regardée jusque-là comme impraticable. Nous avons voulu l'indiquer en M sur les fig. 2 et 6, pour en faire voir approximativement la place dans l'établissement. On se rappelle que cet appareil sépare du bon grain toutes les graines de même grosseur qui ont passé à travers les nettoyages précédents. Pour le rendre aussi complet que possible et le faire servir dans le cas même où le blé ne serait pas soumis au tarare et au cylindre cribleurs, les auteurs y ont appliqué un ventilateur *l*, un émotteur à surface plane *m*, et de plus un crible ou diviseur *n* également plan.

Nous espérons revenir encore sur cet ingénieux instrument et faire connaître les nouvelles dispositions que lui donnent en ce moment les inventeurs, soit afin de simplifier sa construction, soit pour le mettre à même de s'appliquer avec autant de succès à la meunerie et à l'agriculture.

Tout le mouvement des appareils est combiné de telle sorte qu'en arrêtant une poulie principale, le reste est aussi arrêté instantanément. Ainsi l'axe du tarare vertical qui est commandé par la grande poulie *k* placée sur le grand arbre de couche *p*, transmet son mouvement, comme on l'a vu, au cylindre cribleur d'une part, et à l'émotteur de l'autre; celui-ci commande à son tour l'élévateur à blé, par conséquent lorsqu'on interrompt la marche du tarare on arrête en même temps les autres appareils qui en dépendent. Il en est de même du trieur-Vachon, qui est aussi commandé par un arbre de couche *q* mis en communication avec celui *p*.

Des blutages. — Toute la mouture produite par les meules est ramenée, comme nous l'avons dit, dans une chaîne à godets O, qui sert à l'élever jusqu'à la partie la plus haute du bâtiment; on sait que cette chaîne, comme celle qui monte le blé, est simplement formée d'un cuir sans fin d'une largeur de 8 à 15 centimètres, suivant l'importance de l'usine, et garni de distance en distance de petits augets ou godets en fer-blanc ou en cuir: cette courroie sans fin passe sur deux poulies à axe horizontal *r* situées aux deux extrémités de la chaîne, qui habituellement est commandée par

le haut et renfermée sur toute sa hauteur dans une boîte en bois mince à laquelle on fait prendre la direction même que la courroie doit suivre, direction qui est plus souvent inclinée que verticale, ce qui convient mieux au reste pour la vidange des godets.

Ceux-ci, au fur et à mesure qu'ils arrivent au sommet de la chaîne, déversent la mouture dans le conduit *s*, et de là dans la chambre circulaire P, appelée *chambre de rateau*, dans laquelle marche constamment et avec lenteur un ramasseur *t*, formé d'une forte traverse en bois portant des palettes obliques qui ont pour objet d'étendre la mouture d'une manière régulière, à mesure qu'elle y arrive, sur toute la superficie de la chambre. Dans cette opération, elles la font marcher lentement et la remuent sans cesse ; on comprend alors que cette mouture, qui est sortie chaude des meules, se refroidit peu à peu et devient bientôt propre à être blutée.

Ce rateau ou ramasseur est suspendu par des cordes à une traverse en bois *u*, nommée palonnier, et fixée à la partie supérieure de l'axe vertical qui lui imprime son mouvement de rotation; cette suspension est telle que le rateau reste constamment comme surnageant à la surface de la boulange, qui s'accumule de plus en plus dans la chambre, lorsqu'on ne blute pas; il en résulte que l'on peut ainsi laisser amasser une certaine quantité de boulange sur 1^{m} à $1^{m}50$ de hauteur.

Quel que soit le nombre de paires de meules qui composent une minoterie, on ne change pas sensiblement la vitesse des chaînes à godets ou des rateaux ; ce ne sont que les dimensions dans un sens, ainsi on varie la largeur de la courroie et des godets dans la chaîne, et on augmente ou on diminue le diamètre de la chambre ou la longueur du rateau pour le refroidisseur.

La vitesse moyenne adoptée généralement pour les élévateurs à blé ou à boulange est de $0^{m}50$, soit un demi-mètre par seconde. A cet effet, les poulies sur lesquelles passent les courroies porte-godets, ont habituellement 33 à 35 centimètres de diamètre, et font 28 à 30 révolutions par minute ; on s'arrange donc, dans la combinaison des mouvements, à leur transmettre cette vitesse, qui paraît convenable en ce qu'elle n'exige pas de faire des chaînes trop lourdes ou des godets trop multipliés, et qu'elle ne produit pas trop d'évaporation.

On a vu que l'élévateur à blé est commandé par l'émotteur; mais l'élévateur à boulange prend son mouvement directement de l'arbre de couche *p*, par une très-petite poulie *v* et une autre 2 1/2 à 3 fois plus grande *v'*, montée sur l'axe supérieur de la chaîne.

Les godets sont espacés de 32 à 35 cent. et quelquefois de 40 cent. ; leur largeur dans le sens de la courroie pour un moulin de 4 paires de meules est environ de 10 cent., mais dans l'autre sens ils n'ont pas plus de 5 cent. en moyenne, et leur profondeur varie de 7 à 9 cent., de sorte que leur capacité est de 3 à 4 dixièmes de litre au plus ; avec la vitesse de 1/2 mètre par 1″, cette capacité est évidemment plus grande qu'il n'est nécessaire.

En effet, nous avons vu que le travail minimum d'une paire de meules est de 15 hectolitres ou 1,200 kil. de blé moulu par 24 heures,

$$\text{Soit par conséquent } \frac{1200}{24 \times 60 \times 60} = 0^{k}\,014 \text{ par seconde}$$

et par suite celui de 4 paires de meules de :

$$0^{k}\,014 \times 4 = 0^{k}\,056 \text{ ou 56 grammes par } 1'',$$

ce qui correspond à 7 ou 8 centièmes de litre de mouture, quantité qui est à peine le quart de la capacité de chaque godet, et comme il se présente plus d'un godet par seconde pour recevoir cette mouture au bas de l'élévateur, on voit que la quantité de boulange peut toujours être élevée sans difficulté et sans crainte de perte, lors même qu'elle augmenterait de moitié, c'est-à-dire, lorsqu'au lieu d'être de 7 à 8 centièmes de litre, elle serait de 12 à 13 centièmes, ou le plus grand produit des 4 paires de meules, puisque alors cette quantité ne correspond encore qu'au tiers environ de la capacité des godets.

Pour l'élévateur à blé, auquel on donne habituellement les mêmes dimensions, les godets sont toujours proportionnellement plus pleins, parce qu'il ne fonctionne que lorsque les appareils de nettoyage sont eux-mêmes en activité; par conséquent s'il ne marche que 12 heures sur 24, il faut qu'ils fournissent nécessairement le double de ce que les meules peuvent faire. Si donc celles-ci broyent ensemble 75 à 80 grammes de blé par seconde au lieu de 56 grammes au minimum, il faudra que l'élévateur fournisse au moins 150 à 160 grammes, ou environ 18 à 20 centièmes de litre dans le même temps, soit à très-peu près la moitié de la capacité des godets; et comme la vitesse de ceux-ci est plus grande que leur écartement, il en résulte qu'ils ne sont jamais remplis au delà de la moitié.

On voit donc que suivant ces données on se trouve véritablement dans de bonnes conditions pour ne pas avoir des élévateurs trop lourds, trop chargés, et des vitesses trop considérables. Puisque ces dimensions conviennent pour un moulin de 4 paires de meules, il suffira d'augmenter la largeur de la courroie et des godets de 4 à 5 centimètres, en conservant toutes les autres proportions, pour un moulin de 6 paires de meules. Lorsque la minoterie est plus importante, qu'elle est de 8 ou 10 paires de meules, si toutes travaillent, ce qui est très-rare, et doivent fournir au même élévateur, on n'augmente plus alors en proportion la largeur du cuir, mais bien toutes les dimensions des godets, sans changer la vitesse.

La vitesse des rateaux ne dépasse généralement pas 4 révolutions par minute, mais on leur donne depuis $1^{m}80$ jusqu'à $2^{m}50$ ou $2^{m}60$ de longueur, suivant le nombre de paires de meules qui doivent les alimenter, par conséquent le volume de boulange contenue dans les chambres, en admettant qu'elles soient remplies jusqu'à $1^{m}20$ de hauteur, est de 2 à 3 mètres cubes ou de 2 à 3 mille litres; or, d'après ce qui précède, la

quantité de mouture produite par 4 paires de meules, pouvant être de 6,000 litres par 24 heures au minimum, et de 9,000 litres environ au maximum, on trouve que dans le premier cas avec le volume de 2^m cubes, correspondant à la petite dimension, on pourra accumuler de la boulange dans la chambre du ramasseur pendant sept à huit heures, sans faire marcher les bluteries, et que pour arriver au même résultat, dans le cas où le travail est moitié plus grand, il serait convenable d'adopter un rateau de 2^{m}50 à 2^{m}60. Comme il est souvent utile de rester ainsi plusieurs heures consécutives sans bluter, on comprend qu'il importe de ne pas faire des chambres trop petites et qu'il serait préférable d'en mettre deux dans certains cas au lieu d'une seule.

L'axe vertical du rateau se prolonge jusqu'au-dessus de la chambre pour porter une roue d'angle x qui engrène avec un très-petit pignon monté sur un axe horizontal x' dont l'autre bout est armé d'une grande poulie y commandée par une autre 2 à 3 fois plus petite y', rapportée sur le grand arbre de couche p. Il est évident que les rapports entre les diamètres de ces engrenages et de ces poulies, doivent être combinés de manière à donner la vitesse convenable au ramasseur.

Les chambres de refroidisseur se font assez généralement en planches de sapin retenues de distance en distance par des poteaux en chêne et des traverses, avec une porte latérale pour y pénétrer. Elles peuvent ne pas être couvertes par le haut. Pour simplifier leur construction et en même temps pour permettre à l'air d'y pénétrer, sans laisser sortir de folle farine, M. Cartier les a souvent fermées avec des toiles seulement, à partir de 1^{m}20 à 1^{m}50 au-dessus du sol; ainsi tout le bas est en planches et tout le haut en toile grise et peu serrée.

A l'étage qui se trouve immédiatement au-dessous de la chambre à rateau, sont placées les bluteries à boulange R, qui doivent être surmontées chacune d'un auget z et d'une petite trémie z', mise en communication avec l'ouverture pratiquée dans l'épaisseur du plancher de la chambre. Chaque trémie est munie d'un registre que l'on règle à la main pour la quantité de boulange qui doit tomber dans les augets. Le fond de ceux-ci est fait partie en bois et partie en toile métallique à larges mailles, qui ne laisse passer que la mouture non agglomérée, laquelle descend par un conduit dans la tête de la bluterie; mais les boules ou les mottes sont projetées au dehors; elles gêneraient l'opération du blutage et fatigueraient les soies inutilement.

Ces augets sont agités rapidement, à l'aide d'une came à plusieurs dents montées sur un axe a', qui prend son mouvement sur l'arbre de commande des bluteries, un ressort en bois les ramène constamment dans leur position primitive; mais comme les oscillations sont saccadées et occasionnent un bruit assez désagréable, on a proposé de les remplacer par une sorte d'engreneur qui a beaucoup d'analogie avec le distributeur de blé (tome Ier), placé au-dessus des meules et appelé engreneur-Conti.

Chaque bluterie proprement dite se compose d'un cylindre, ou mieux, d'un prisme à 6 ou à 8 pans que l'on forme au moyen de longues tringles en bois de peu d'épaisseur, réunies de distance en distance par des rayons implantés sur un arbre en sapin, armé de chaque bout de tourillons en fer. On garnit cette espèce de carcasse d'une soie extrêmement fine et serrée, correspondant à la qualité des farines que l'on veut obtenir, et pour lesquelles on a eu le soin préalablement de régler les meules. Dans les moulins des environs de Paris qui travaillent pour le commerce, et qui, comme on le sait, font des qualités supérieures en produits, les farines premières sont extraites par des soies des numéros 140 à 160; quelquefois on y introduit, à la tête, des numéros moins élevés, des 120 à 130 (1). Ces soies doivent être tendues très-fortement sur les tringles, et fixées par des cordons soit avec des clous, soit avec des œillets; ce dernier mode est préférable, parce qu'il est plus facile de les monter et de les démonter ou de les retendre lorsqu'il est nécessaire.

En imprimant seulement un mouvement de rotation à ces cylindres ou à ces prismes, la farine ne passerait pas à travers les interstices de leurs tissus, si on n'avait pas le soin de produire des vibrations continuelles, soit au moyen de petits taquets ou manchons mobiles en bois, ajustés libres sur une partie des rayons, de manière à venir frapper successivement sur l'arbre et à l'intérieur sur les tringles, soit au contraire par des espèces de marteaux ou maillets en bois à ressorts qui frappent sur les tringles extérieurement, à mesure qu'elles tournent entraînées dans la rotation de l'arbre.

Ces chocs successifs et répétés produisent aussi un bruit désagréable, que l'on pourrait éviter, nous le croyons, au moins en grande partie, en adoptant des diamètres de bluterie beaucoup plus grands. Ainsi, jusqu'à présent, on a adopté presque partout le diamètre d'un mètre environ pour la plus grande section des bluteries, ce qui correspond à $0^m 50$ de largeur à chaque face, lorsqu'elles sont à six pans; dans bien des moulins elles ont même moins. Si, au contraire, on leur donnait $1^m 50$ à $1^m 60$ de diamètre et plus, les faces seraient plus larges, il y aurait plus de chute pour la mouture, et la farine pourrait passer plus aisément sans chocs.

Il est bon d'incliner chaque bluterie d'une certaine quantité pour que les produits, passant à travers le tissu, tendent constamment à descendre d'une extrémité à l'autre; cette inclinaison est habituellement de 4 centimètres par mètre.

La longueur à donner aux bluteries à farine n'est pas une chose bien arrêtée en meunerie; elle dépend un peu aussi du genre de travailler des fabricants; il y en a qui veulent appliquer à la suite des bluteries à sécher et d'autres qui envoient directement les substances de la bluterie à farine

(1) Les numéros des soies sont indiqués par le nombre de fils contenus dans la largeur de 27 millimètres (ou 1 pouce), ainsi le nº 140 exprime qu'il y a 140 fils de soie, et par conséquent le même nombre de vides, dans 27 millimètres de largeur du tissu.

à la bluterie à sons. Dans tous les cas, on comprend que cette longueur n'est pas exactement proportionnée au nombre de paires de meules en activité, il y a une étendue minimum qui ne peut être adoptée; de même aussi on ne peut dépasser une certaine limite sans tomber dans l'exagération, et par suite rendre l'exécution et l'entretien difficiles. Ainsi on ne fait pas de bluterie au-dessous de 2^m de longueur et au-dessus de 6^m à 6^m50 au plus; on préfère avec raison avoir des bluteries moyennes de 3^m25 à 4^m50 ou 5 mètres et en appliquer deux, trois ou quatre, suivant l'importance du moulin; au moins si l'une est en réparation les autres n'en peuvent pas moins fonctionner.

Pour une minoterie de quatre paires de meules, deux bluteries à farine de 3^m25 à 3^m50 suffisent aisément à tout le travail; on les dispose parallèlement dans un même coffre S, comme le montrent les figures. Ce coffre est composé de planches minces en sapin et de montants en chêne ou en hêtre avec des traverses et des portes latérales qui, fermées simplement par de petits tourniquets, permettent de visiter l'intérieur; le dessus est aussi en bois mince, et à la tête sont les supports de l'axe b' qui portent la poulie c' commandée par celle correspondante c^2 de l'arbre p et les pignons d'angle d', qui engrènent avec les roues plus grandes montées sur les tourillons à l'un des bouts de l'arbre des bluteries. Ce mouvement est combiné de manière à ne pas faire faire à ces dernières plus de 28 à 30 révolutions par minute, lorsque leur diamètre extérieur est de 1 mètre ou la distance de deux faces parallèles de 0^m86, ce qui correspond à la vitesse de:

$$\frac{1^m \times 3.14 \times 30}{60} = 1^m57 \text{ par seconde,}$$

aux angles du prisme, et à celle de:

$$\frac{0.86 \times 3.14 \times 30}{60} = 1^m35 \text{ par } 1''$$

au milieu de chaque face, soit à une vitesse moyenne de

$$\frac{1.57 + 1.35}{2} = 1^m46.$$

A l'intérieur du coffre des bluteries sont deux plans inclinés sur lesquels tombe la farine; quelquefois, lorsque la chambre à mélange T n'est pas située directement au-dessous, mais à quelque distance, il est bon de placer au bas de ces plans inclinés et parallèlement une longue vis sans fin, construite comme celle que nous avons décrite tome Ier, et qui ramène alors toute la farine à l'une des extrémités et même, au besoin, au delà des bluteries. Cette disposition est également utile si, n'ayant pas dans le bâtiment l'emplacement ou les étages nécessaires, on est forcé de loger la chambre à la même hauteur que les bluteries; mais alors il ne faut pas seulement faire l'application de la vis, mais encore celle d'un élévateur qui

remonte la farine du bas des bluteries au haut de la chambre. On doit s'arranger alors pour que cet élévateur et cette vis reçoivent leur mouvement d'un tourillon de l'arbre de l'une des deux bluteries, afin qu'ils soient arrêtés quand elles le sont elles-mêmes.

Lors de l'introduction des moulins américains en France, on a importé presqu'en même temps d'Angleterre des blutoirs à brosses, garnis en toile métallique, mais ils ne tardèrent pas à être abandonnés, à cause des inconvénients qu'ils présentaient, et de la force qu'ils exigeaient pour se mouvoir; on leur a bientôt préféré de beaucoup les bluteries garnies de soies de Zurich ou de Bordeaux, qui sont spécialement fabriquées pour cet objet. Les blutoirs métalliques ne conviennent que pour de certaines fabrications qui emploient des substances grossières, comme pour le plâtre, le noir, etc.

Dans ces derniers temps, on a proposé des modifications aux bluteries cylindriques ou à pans, mais elles ne paraissent pas jusqu'ici devoir être appliquées, nous n'en parlerons donc que lorsque les expériences auront suffisamment démontré leur utilité.

Tous les résidus qui n'ont pas traversé les soies, et qui arrivent à l'extrémité inférieure des bluteries, se composent de gruaux et de sons de diverses natures. Il s'agit de faire encore de ces produits une séparation complète, afin, d'une part, de pouvoir remoudre les gruaux qui contiennent encore de la farine, et de l'autre, de trier les sons qui sont plus ou moins larges et les recoupettes.

Dans l'étage au-dessous des bluteries à farine, et non loin de la chambre à mélange, lorsqu'il est possible sans gêner le service, on place la grande bluterie R′, que l'on nomme bluterie à sons et qui doit toujours être assez longue pour faire toutes les séparations dont nous venons de parler. Cette bluterie n'a jamais moins de 5^m de longueur, mais plus souvent de 6^m 40, et quelquefois 7^m à 7^m 1/2. Sa tête correspond à la queue des premières pour recevoir directement les résidus qui en sortent, à moins qu'ils n'y soient ramenés à l'autre bout par une vis, comme cela se présente quelquefois lorsqu'on n'a pas l'emplacement disponible à cet effet.

Le corps de cette bluterie est exactement fait comme celui des précédentes, mais au lieu d'être garnie de soies très-fines et serrées, elle est au contraire couverte à la tête seulement de soie de bas numéros, de 80 à 100 par exemple, et même au-dessous, pour servir au passage des gruaux, puis tout le reste est entouré de toiles ou de *quintens* placés par lés de différents numéros, afin de laisser passer d'un côté les sons fins, de l'autre, les sons larges, et enfin les recoupettes.

L'inclinaison de son axe est la même que celle des premiers, mais en sens contraire, comme on le voit sur la fig. 6; toutes les autres dimensions, à l'exception de la longueur, sont les mêmes ainsi que la vitesse de rotation. Pour la commander, il suffit de monter une poulie *f′* sur le tourillon des bluteries à farine, et de la faire communiquer avec celle *g′* que l'on

rapporte sur le tourillon correspondant de la bluterie à son. Par précaution, on monte deux poulies semblables f' (fig. 2), afin que si l'une des deux bluteries à farine était arrêtée, la bluterie à son n'en puisse pas moins recevoir son mouvement de l'autre. Il est évident que si l'on ne peut pas disposer ces bluteries dans le bâtiment comme nous l'avons indiqué, on doit chercher à combiner le mouvement de manière à remplir toujours le même but, c'est-à-dire en faisant en sorte que ce soit l'une des bluteries à farine qui commande la bluterie à son, avec des engrenages d'angle, ou de toute autre manière; et aussi pour que la vitesse ne dépasse pas 28 à 30 révolutions par minute.

La bluterie à son est renfermée dans un coffre rectangulaire en bois mince S′ retenue à des montants aux extrémités et aux milieux, et ayant des traverses extérieures à chaque extrémité pour porter les coussinets des tourillons de l'arbre. Le fond de la bluterie est tout à fait à jour, et au-dessous sont de grandes cases U (fig. 6 et 7), séparées simplement par des planches, pour recevoir les différentes qualités de sons.

Nous avons dit que les gruaux sont des parties de la mouture qui contiennent encore une certaine quantité de farine adhérente à la pellicule et qu'il est essentiel d'extraire par une nouvelle opération de moulage. A cet effet, dans les moulins un peu importants, comme on en a toujours à moudre, on y consacre une paire de meules spéciales que l'on ne met pas en communication avec les autres.

Au-dessus de l'archure qui enveloppe ces meules, est un engreneur à gruaux dont le tuyau est plus grand que celui de ses voisins, et surmonté d'un large sac ou d'une poche en toile qui s'élève jusqu'au plancher supérieur et dans lequel on vient de temps à autre jeter les gruaux à remoudre.

La mouture provenant de ce travail n'est pas mélangée avec celle du blé, elle est ordinairement reçue directement dans la boîte inférieure d'un élévateur V, qui, formé également d'un cuir sans fin et de godets, remonte successivement cette mouture jusqu'au-dessus de la chambre d'un second rateau X, qui peut être évidemment d'une dimension plus restreinte que le premier, quoique établi de même. Les mouvements de cet élévateur et de ce rateau sont combinés comme ceux des précédents, leur commande vient aussi de l'arbre de couche p prolongé. On peut amasser dans la chambre une certaine quantité de cette mouture, si on ne veut pas la bluter immédiatement; son blutage se fait de la même manière par une bluterie R^2 qui sépare la farine des sons, et par une autre R^3 qui divise ces derniers. La farine est reçue, soit dans des poches placées immédiatement au-dessous, soit dans une chambre spéciale T′ distincte de la première, quoique parfois le meunier en mélange une partie avec celle qui se recueille dans celle-ci. En général, ce sont des farines de deuxième et troisième qualité que l'on obtient de ces gruaux, et qu'il est bon, surtout pour le commerce de la capitale, de ne pas mêler avec celles qui proviennent du premier jet et qui leur sont toujours bien supérieures.

Les chambres à mélange sont très-spacieuses, pour y recevoir une grande quantité de farine que l'on ne met en sacs qu'à de certains moments de la journée. Cette opération de mise en sacs se fait d'une manière fort simple et très-rapidement, au moyen de *poches anglaises* Z que l'on adapte directement au dessous du plancher. Ces poches sont des cylindres verticaux, en bois ou en tôle, ouverts aux deux bouts et munis à leur partie inférieure d'un registre ou d'une soupape circulaire, comme celle d'un tuyau de poële, et que l'on ouvre ou que l'on ferme aisément à la main; le rebord qui termine le bas du cylindre est une espèce de bourrelet en fonte sur lequel on enveloppe les bords du sac de toile qui doit y être suspendu, et que l'on y maintient solidement au moyen d'une courroie à crochet et d'un mécanisme à levier fort ingénieux; il suffit de tourner la poignée de ce mécanisme pour serrer ou desserrer la courroie, et par suite, pincer et fixer le sac ou l'enlever dès qu'il est plein. Comme la partie est toujours ouverte à sa base supérieure, on comprend qu'elle est toujours pleine, et qu'en ouvrant la soupape, le sac est rempli presque aussitôt; par conséquent l'opération se fait avec une grande rapidité. Il est donc très-utile d'avoir ainsi quelques poches adaptées sous la chambre à farine, pour ensacher cette dernière promptement et sans peine.

Du monte-sacs. — Un appareil accessoire fort utile dans les moulins est celui qui sert soit à monter les sacs de blé dans les étages supérieurs de l'usine, soit à élever ou à descendre les sacs de farine que l'on y emmagasine pendant quelques jours en attendant leur sortie. Cet appareil que l'on appelle indifféremment tire-sacs ou monte-sacs n'est autre qu'un treuil Y, composé d'un cylindre en bois traversé par un axe en fer qui, d'un bout, porte une large poulie à joues i' que l'on met en communication avec une autre semblable i^2, par une forte courroie double en épaisseur, et par un rouleau de tension j' dont la chape est montée sur un axe latéral qui porte une grande manette en fer k'; à l'extrémité de celle-ci est attachée une cordelette que l'on fait passer sur des poulies de renvoi, et traverser la hauteur de chaque étage pour être toujours à la disposition du garde-moulin et de ses aides. Une roue d'angle l' est fixée au bout de l'arbre de couche qui porte la poulie i^2 et la fait tourner sans cesse, parce qu'elle reste engrenée avec la roue de commande l^2 qui est montée sur la colonne verticale mobile. Ainsi, quand on veut monter un sac de blé, il suffit de l'accrocher au bout de la corde qui est fixée par l'autre extrémité en un point de la circonférence du treuil, et de faire presser le rouleau de tension sur la forte courroie qui passe sur les poulies i' et i^2, en soulevant la manette, ce qui peut se faire d'un étage quelconque; dès que le sac est arrivé à la hauteur voulue, on abandonne la manette, et le treuil s'arrête immédiatement. On a le soin alors de tirer le sac à soi et de le jeter sur une brouette qui sert à le transporter en un point quelconque de l'usine.

Des trappes en deux pièces m' sont disposées dans les planchers de chaque étage, elles se soulèvent à propos pour laisser passer les sacs que

l'on enlève, et se rabattent d'elles-mêmes, si on ne les ouvre pas au delà de la verticale, en tournant autour de leurs charnières de cuir et en laissant toujours au centre un trou circulaire pour le passage de la corde du treuil. Une trappe extérieure m^2 est également appliquée en dehors de l'usine et vers la partie la plus élevée pour permettre au besoin de charger ou de décharger directement de l'extérieur, sans déranger les ouvriers qui travaillent au dedans. A cet effet, une seconde corde adaptée au même treuil, passe sur des poulies de renvoi qui la dirigent au-dessus de cette trappe.

Dans un moulin important, on a le soin d'appliquer deux treuils, qui peuvent être réunis à un même bâtis et qui sont commandés par les mêmes engrenages; l'un est exclusivement consacré au service intérieur et l'autre au service extérieur, ce qui est de beaucoup préférable et plus commode.

La vitesse de ces treuils ne doit pas être trop grande, d'une part, pour permettre à la manœuvre de se faire sans difficulté, et de l'autre, pour ne pas trop charger le moteur. On comprend qu'un sac qui pèse 150 kilog., par exemple, prendrait la force effective de deux chevaux de 75 kilogrammètres, sans compter les pertes occasionnées par les frottements des engrenages, des axes et des poulies de commande, en marchant à la vitesse de 1 mètre par seconde; de sorte que le travail consommé serait correspondant à celui d'une paire de meules au moins.

En moyenne, il ne faut pas marcher avec une vitesse de plus d'un demi-mètre par seconde, ce qui fait encore un travail de près de 1 cheval 1/2, si on tient compte des forces passives. Il est même prudent, pour les petits moulins de 1 ou 2 paires de meules, de diminuer cette vitesse, pour que l'effort ne se fasse pas trop sentir sur ces dernières lorsque le monte-sacs fonctionne.

Il est bon d'éviter aussi de faire des treuils trop petits de diamètre, parce qu'ils fatiguent les cordes plus vite et obligent de leur faire faire plusieurs tours les uns sur les autres en s'enroulant; nous engageons à ne pas leur donner moins de 20 centimètres, soit une circonférence de 62 à 63 centimètres; nous préférons qu'ils aient environ un mètre de circonférence et plus, ou 32 à 38 centimètres de diamètre.

A cette dimension, pour que la marche de la corde soit de 0m 50 par seconde environ, il faut que le nombre de tours du treuil, par minute, soit de

$$\frac{0^{m}50 \times 60}{1} = 30.$$

Il est évident qu'ici nous supposons que l'on mesure le diamètre du treuil, au centre de la corde qui s'enveloppe sur lui, c'est-à-dire qu'il doit être diminué pratiquement de tout le diamètre de la corde, lequel est ordinairement de 25 à 30 millimètres; par conséquent, pour que le diamètre pris au milieu de la corde soit de 32 centimètres, il faut que le diamètre du treuil ne soit que de

$$0^{m}32 - 0^{m}03 = 0^{m}29.$$

Transmission de mouvement. — Pour faire mouvoir les différents appareils qui viennent d'être examinés, on dispose ordinairement, au-dessus ou mieux au-dessous du dernier plancher du bâtiment, un ou plusieurs arbres de couche *pp'*, qui prennent eux-mêmes leur mouvement d'une colonne d'arbres verticaux montant *q'* du rez-de-chaussée jusque vers le haut (fig. 6 et 7). Cette colonne est, dans la plupart des usines, le prolongement même de l'arbre vertical qui porte le rouet et la roue horizontale de commande des pignons de meules; elle se compose d'autant de parties qu'il y a d'étages, moins le dernier; ces parties sont réunies par des manchons d'accouplement et sont retenues par des boîtes à coussinets à chaque plancher; on les fait le plus souvent en fer forgé, tourné sur des portions ajustées; quelquefois on en fait en fonte, mais ils sont alors plus lourds et occasionnent plus de frottement. Nous préférons pour cette colonne verticale qu'elle soit indépendante de l'arbre de commande des meules, et que son mouvement soit pris par une paire de roues d'engrenages spéciaux sur l'arbre de couche qui communique avec le moteur.

Vers la partie supérieure de la colonne, au-dessous du dernier plancher, on monte une roue d'angle *n'* de 1^m à 1^m50 de diamètre, dentée en bois, avec laquelle on fait engrener un ou deux pignons plus petits *o'* pour commander les deux arbres *pp'*, qui se prolongent de chaque côté, et qui sont supportés par des chaises à coussinets boulonnées sur des semelles en bois qui réunissent plusieurs solives du plancher. Il est utile, pour permettre d'arriver à la vitesse convenable des nettoyages, de donner à ces arbres de couche une rotation assez rapide, qui doit être au moins de 100 à 120 révolutions par minute; cette grande vitesse a d'ailleurs l'avantage de réduire notablement la force des tourillons des arbres et par suite celle des coussinets.

Dans le moulin représenté, la vitesse de la colonne *q'*, qui est aussi celle de la roue horizontale, est de 30 révolutions par minute, pour que les axes *pp'* tournent à 120 tours, il faut que la roue *n'*, qui est supposée de 1^m30 de diamètre, soit quatre fois plus grande que les pignons *o'* qui n'ont alors que 0^m325. Pour des usines de 7 à 8 paires de meules et plus, les appareils à mouvoir étant plus nombreux, et par conséquent la force qu'ils exigent étant proportionnellement plus considérable, il est prudent d'appliquer des engrenages plus grands de diamètre et à plus large denture, afin qu'ils résistent longtemps au travail; nous avons cru devoir, à ce sujet, faire des roues de 2 mètres de diamètre et des pignons de 0^m40 à 0^m50, avec des dents de 0^m14 à 0^m15 de large. Avec de telles dimensions, on voit que l'arbre vertical et, par conséquent, la roue d'angle tournant à 30 tours par 1', la vitesse à la circonférence primitive de celle-ci devient

$$\frac{2 \times 3^m14 \times 30}{60} = 3^m14 \text{ par } 1''.$$

A une vitesse aussi grande, on comprend que la pression sur les den-

tures est très-restreinte et par suite ne fatigue pas celles-ci. En effet, admettons que la puissance à transmettre soit de 4 chevaux, ou

de $4 \times 75 = 300$ kilogrammètres,

l'effort sur les dents sera de

$$\frac{300}{3^{m}14} = 95^{k}\,54.$$

Or, avec des roues bien faites, il y a toujours au moins deux dents en contact, par conséquent la pression sur chacune se réduit à la moitié de ce chiffre, soit $47^{k}77$.

C'est environ 3 kilog. par centimètre quarré de surface de denture. Si le diamètre était de 1^{m} seulement, la pression serait double, par conséquent l'usure serait deux fois plus grande. Ce n'est donc pas une économie bien placée pour le fabricant que de lui donner des dimensions de roues trop restreintes, parce que les frais d'entretien sont plus considérables et les chances d'accident plus nombreuses.

En général, on ne doit rien négliger dans la construction des différentes parties mécaniques de tout le système ; mais c'est surtout à des mouvements principaux, comme ceux-ci, que le constructeur doit apporter tous ses soins pour ne rien négliger, soit dans la combinaison, soit dans l'exécution. Des premiers, nous avons montré qu'on pouvait réduire de beaucoup les épaisseurs des dents des engrenages, par rapport à ce qui était adopté antérieurement ; mais nous avons eu le soin d'augmenter le plus souvent soit le diamètre, soit la largeur des dentures, parce que celles-ci engrènent mieux, avec plus de douceur, fatiguent moins et ne produisent pas de chocs ni de bruit, surtout lorsqu'elles sont bien divisées et taillées (1).

DEVIS D'UN MÉCANISME DE MOULIN A BLÉ A L'ANGLAISE.

Pour bien fixer les idées sur l'importance de toutes les parties qui composent un mécanisme de moulin à blé du système américain, nous croyons devoir faire suivre la description qui précède d'un devis général et très-détaillé de chaque pièce. Nous sommes persuadé que souvent on aurait évité des procès ou au moins des désagréments, ou des récriminations très-graves, si par avance, chaque fois que l'on traitait à forfait de la construction du matériel d'une telle usine, on avait eu le soin de bien spécifier tous les objets qui devaient la composer. Il y a, en effet, des constructeurs qui, sans s'en douter, se sont fourvoyés d'une manière extraordinaire, en s'engageant à établir une minoterie complète, sans indication bien spéciale, à un prix déterminé. Que dirait-on, par exemple, aujourd'hui à un mécanicien qui ferait un marché conçu en ces simples termes :

(1) Nous avons publié dans les IIe et IIIe vol. les plates-formes ou machines à tailler toute espèce de dentures de roues, en fonte, en fer ou en bois, droites ou coniques, et dans le tome Ve des règles et tracés pour déterminer la force à donner aux dentures d'engrenages.

« Je m'engage à fournir et à monter pour le compte de M. P... un moulin de six paires de meules avec les appareils complets de nettoyage et de blutage, moyennant un prix de... »

Il est évident que M. P... pourrait être en droit, avec un tel marché, d'exiger de ce mécanicien beaucoup plus d'appareils que celui-ci ne l'avait d'abord présumé ; c'est en effet ce qui s'est présenté.

D'un autre côté, le contraire pourrait aussi avoir lieu, le propriétaire de l'usine ne connaissant pas ce qui doit lui être rigoureusement fourni, courrait risque de ne pas être convenablement servi.

Il est donc très-important, pour arriver à monter un moulin à la satisfaction des parties, que le constructeur fasse un devis bien détaillé, après s'être rendu compte, par un avant-projet sur le papier, de la disposition générale des appareils et des mouvements principaux. Pour être exact, il est même utile de donner les principales dimensions des pièces, si on traite à forfait, ou leurs poids approximatifs, si on traite à tant le kilog. Le devis étant arrêté sur de telles bases et signé par les parties, prouve qu'elles se sont bien entendues et doit arriver à bonne fin.

Toutes les fois qu'on a demandé à M. Cartier le devis d'un moulin important à établir, il avait le soin d'aller sur les lieux prendre les mesures et les documents nécessaires afin de dresser un premier plan d'ensemble d'après lequel il devenait facile de connaître le détail de tout le matériel exigé. Si plus tard, dans le cours de l'exécution, les parties contractantes jugeaient à propos d'apporter des modifications dans certaines parties du mécanisme, il était toujours aisé de reconnaître et de s'accorder sur les différences de prix d'estimation.

Puisque nous avons représenté l'ensemble d'une minoterie de 4 paires de meules marchant par eau, nous allons donner le devis détaillé de tout le mécanisme qui la compose ; il pourra servir de modèle pour toute autre plus ou moins importante, avec les variantes dont nous avons parlé dans le cours de cette description ; les notes que nous ajoutons dans plusieurs articles de ce devis, devront d'ailleurs suffisamment guider à cet égard.

DEVIS DU MÉCANISME

D'UN MOULIN A L'ANGLAISE DE QUATRE PAIRES DE MEULES, MARCHANT PAR ENGRENAGES, ET AYANT POUR MOTEUR UNE ROUE HYDRAULIQUE DE CÔTÉ A AUBES PLANES ET A COURSIER CIRCULAIRE.

Article 1er. — Une roue hydraulique à aubes de 5m 60 de diamètre extérieur et 3m 50 de large, construite avec un arbre en bois de chêne, 2 tourillons en fonte et 6 frettes en fer, 3 couronnes à 10 bras en fonte, les coyaux en chêne, et 36 aubes en orme ou en chêne avec les boulons nécessaires; puis 2 paliers en fonte avec plaques d'assise, coussinets en bronze et boulons à clavettes et écrous pour les fixer. (On fournit quelquefois aussi, avec la roue, un *varin* composé de 2 barres de fer quarré et de

2 vis qui servent à soulever l'arbre lorsqu'on veut remplacer ou réparer le coussinet; mais cet objet doit être estimé et indiqué dans le marché si on veut qu'il soit fourni par le constructeur.)

2°. — Un vannage pour la roue, composé de deux poteaux et d'un chapeau en chêne, d'une vanne de 3m 60 de longueur, également en chêne, de 2 crémaillères, 2 pignons, 2 rouleaux, avec arbres, paliers et coussinets, une roue droite et son pignon avec la manivelle pour manœuvrer la vanne, supports et boulons nécessaires. Un col de cygne ou tablier de vanne en fonte de 3m 60 de long, dressé sur son bord supérieur et boulonné sur une charpente en chêne scellée dans les murs latéraux. (Il est bon de spécifier toutes les pièces de bois qui doivent être fournies par le mécanicien, et de désigner celles qui le seront par le propriétaire; on comprend que dans certaines localités où les bois sont à bon compte, il est préférable que les bois soient au compte de ce dernier et que le mécanicien ne soit positivement chargé que des ferrures. Seulement il donne le plan de ces pièces au propriétaire pour qu'il puisse les faire exécuter dans les dimensions convenables, ou mieux, son monteur doit en diriger la confection.)

3°. — Une vanne de décharge A′ (fig. 1) en deux parties, de chacune un mètre de large, avec 2 crémaillères et pignons pour les mouvoir (ou 2 vis à écrous filetés), supports et chapes en fonte, 3 poteaux et 1 chapeau en chêne, chevilles et boulons, un grillage pour retenir les herbes, composé de 16 ou 18 barreaux en fer plat, à poignée, et de 2 traverses en bois.

4°. — Une grande roue dentée à segments boulonnés sur l'une des couronnes de la roue hydraulique, pour premier moteur, de 4m 25 de diamètre, avec dentures intérieures venues brutes de fonte sans être taillées. (Souvent au lieu d'une telle couronne, on emploie une roue à 6 ou à 8 bras montée sur l'arbre et qui, lorsqu'elle se trouve à l'intérieur du moulin, en deçà du mur de tampane, est dentée en bois et taillée; mais ce système revient plus cher et ne permet pas d'adopter un aussi grand diamètre.) Un pignon droit en fonte, de 1m de diamètre, engrenant avec la roue précédente; alésé seulement avec une rainure au centre et deux vis de pression pour le fixer (si la denture de la roue qui le commande est en bois, il faut nécessairement tailler celle de ce pignon).

5°. — Un arbre de couche en fonte, creux, de 2m 75 de longueur environ, tourné aux tourillons et aux ajustements avec 2 clés ou nervures en fer rapportées; 2 paliers en fonte avec plaques, chapeaux, coussinets et boulons; une roue d'angle en fonte de 1m 80 à 2m de diamètre, tournée, alésée, et dentée en bois de cormier (ou de charme), rainée au centre et 2 vis de pression. (A partir de cette roue, on doit apporter beaucoup de soin dans la construction des engrenages pour avoir des dentures exactes, qui *passent bien.*)

6°.—Un pignon d'angle en fonte de 0m 70 à 0m 75 de diamètre, avec denture tournée et taillée pour engrener avec la roue précédente; un arbre vertical en fonte creux, de 2m de hauteur, tourné partout et alésé à ses deux

extrémités, 2 fausses pointes (dont une de rechange) aciérées et ajustées à sa partie inférieure, une chaise ou poëlette en fonte formant plaque d'assise et renfermant un manchon en fonte alésé avec crapaudine en bronze, 2 grains d'acier (dont un de rechange), vis de centrage et boulons à clavettes et à écrous; un croisillon en fonte à 4 branches, se reliant au beffroi et renfermant 3 ou 4 coussinets en bronze pour former collet à l'arbre vertical avec clés ou vis de pression et boulons. (Ce croisillon est à 4, 5, 6 ou 8 branches, suivant le nombre de paires de meules disposées autour de l'arbre central.)

7°. — Une roue horizontale en fonte tournée extérieurement, de 2m 20 à 2m 30 de diamètre, avec denture fine en bois de cormier, divisée et taillée, fixée sur l'arbre vertical par une clé et 2 vis de pression; 4 pignons de meules en fonte tournés, alésés, divisés et taillés avec soin. (C'est surtout à ces engrenages que l'on doit porter la plus grande attention ; nous l'avons dit ailleurs, nous sommes parvenus à réduire notablement les dentures de ces pignons et de la roue, au point de ne leur donner que 25 millimètres de pas sur 8 à 10 centimètres de hauteur; les dents taillées à la machine publiée tome III, marchent avec une précision telle que l'on n'entend aucun bruit dans le moulin lorsque ces engrenages sont en activité.)

8°.—Quatre fers de meule de 1m 40 à 1m 60 de hauteur, en fonte, tournés partout, avec 4 pointals aciérés et 8 fausses pointes (dont 4 de rechange) également aciérées et trempées; 4 boîtards en fonte garnis de coussinets en bronze et coins à vis pour collets aux arbres; 4 nilles en fonte et 4 manchons de nille pour relier les fers aux meules courantes, avec leurs chapeaux faisant soucoupes pour recevoir le blé; 4 tiges verticales en fer filetées avec écrous, et 4 balanciers en fonte pour soulager les meules avec petits volants formant manivelles. (On sait que pour faciliter le service, on dispose ce mécanisme à soulager de manière à pouvoir aussi bien régler du plancher des meules que du sol du rez-de-chaussée; ce n'est que dans le cas où la boulange se reçoit encore dans le bas du moulin, qu'on ne l'exécute pas comme nous l'avons représenté dans les planches des tom. II et V.)

9°.— Quatre vases creux et à jours, en fonte, avec moulures formant supports ou beffrois indépendants à chaque paire de meules, et en même temps cuvettes pour recevoir les meules gisantes, avec triangles en fonte et vis à niveler et à centrer; 4 poëlettes en fonte à la base et à l'intérieur de ces vases, contenant chacune un gobelet en fonte alésée avec une crapaudine en bronze et 2 grains d'acier (dont un de rechange) pour recevoir les pointes des fers de meules, vis à centrer et boulons pour les fixer. (On se rappelle que les dispositions du beffroi des moulins sont très-variables, on doit évidemment spécifier, dans le devis, celle que l'on compte adopter, pour ne pas être, plus tard, sujet à contestation; les planches des moulins publiés tom. Ier, III et V indiquent autant de modes de construction différente, il est donc facile de choisir et de se fixer à cet égard.)

10°. —Quatre archures en bois (ou en tôle) pour envelopper les meules;

4 engreneurs à blé, en cuivre mince et poli, avec leurs couvercles, tuyaux en cuivre (ou en zinc) munis de soupapes, supports en fonte et vis à tête pour régler le passage du grain sur les soucoupes des manchons de nille; un récipient circulaire avec 3 branches en fer et leurs palettes mobiles attachées à un moyeu en fonte, petits engrenages droits montés sur l'arbre central et le croisillon à 4 branches, pour retarder la vitesse de ces palettes; une petite vis sans fin partant de la circonférence du récipient pour amener la boulange jusqu'à l'élévateur. (Nous supposons ici que l'on reçoive la mouture dans une auge circulaire logée à l'intérieur du beffroi et dans l'épaisseur du plancher des meules (voir tom Ier); mais si les moulins sont disposés en ligne droite, au lieu d'une auge circulaire, on adopte soit une vis, soit une courroie sans fin mobile sur 2 rouleaux (tom. III), placée soit à la hauteur du plancher, soit dans le bas, près ou en dessous du sol. Dans ce dernier cas, il faut conduire la mouture des meules à la vis par des anches en bois ou en zinc qui sont toujours d'un aspect désagréable et qu'il faut nettoyer souvent.)

Tout ce que l'on entend par gros mécanisme d'un moulin est compris habituellement dans les articles qui précèdent; si l'on est chargé de construire aussi les appareils de nettoyage, de blutage et d'autres accessoires, on doit les détailler comme il suit, avec les transmissions de mouvement nécessaires.

11°.— Une colonne d'arbres verticaux en fer, de 0^{m}08 de diamètre, montant depuis le plancher des meules jusqu'au dernier étage, et composée de quatre parties assemblées avec des manchons, tournées sur toute leur longueur (ou seulement aux collets et ajustements), avec 4 chaises ou boîtes en fonte, boulonnées sur chaque plancher et garnies de coussinets en bois (ou en bronze), avec vis de centrage et boulons. (Si, comme on le fait quelquefois, cette colonne n'est pas la suite de l'arbre central qui porte la roue horizontale, elle descend alors jusque près de l'arbre de couche intermédiaire, pour être commandée directement par lui au moyen d'une paire de roues d'angle, tournées et taillées, dont une à dents de bois; dans ce cas, on doit ajouter à cet article ces deux roues avec la chaise formant poëlette et crapaudine à la partie inférieure de l'arbre.)

12°. — Une roue d'angle en fonte tournée et dentée en bois, de 1^{m}30 à 1^{m}50 de diamètre, ajustée sur la colonne d'arbres; 2 pignons d'angle en fonte, tournés et taillés, de 0^{m}40 à 0^{m}50; 2 arbres de couche en fer, de 0^{m}06 de diamètre, en plusieurs parties assemblées par des manchons, tournés partout, et mobiles dans des chaises et supports en fonte, avec coussinets en bois (ou en bronze), lesdits arbres portant les poulies nécessaires pour commander les appareils de nettoyage et de blutage. (Il est souvent utile de disposer ces mouvements de manière à pouvoir débrayer à volonté l'un ou l'autre des pignons; à cet effet, on a l'habitude de faire à bascule les paliers des chaises placées près de ces pignons, au lieu d'appliquer un manchon d'embrayage et une fourchette.) Si on a besoin d'un

troisième arbre, tel que celui *q* indiqué sur le plan, il faut nécessairement le désigner dans le devis.

13°.— Un appareil de nettoyage composé 1° d'un cylindre ou tarare vertical de 1m 30 de haut sur 0m 60 de diamètre, avec chemise en deux pièces, garnis de tôle piquée, bâtis en bois, deux ventilateurs placés en haut et en bas, traverses en fonte, arbres, engrenages, poulies et coussinets; 2° d'un cylindre émotteur en tôle découpée de 1m 30 de longueur avec enveloppe en tôle, bâtis en bois, conduit en zinc (ou fer-blanc), axes en fer, poulies et engrenages pour son mouvement; 3° d'un élévateur à blé avec courroie, poulies, godets, axes, coussinets et engreneur à blé (indiquer si l'on fournit la boîte de l'élévateur); 4° d'un cylindre cribleur de 4m à 4m 50 de longueur, en tôle découpée, avec auge demi-circulaire et bâtis en bois, palettes en tôle, axes, engrenages retardateurs et poulies, supports, coussinets et boulons. (Si le nettoyage doit se composer en outre d'une ramonerie ou d'un second tarare, il faut les spécifier de même avec leurs mouvements nécessaires; il faut, en outre, indiquer si on ajoute une vis sans fin à blé ou un cylindre mouilleur, ou une seconde chaîne à godets.)

14°. — Un trieur mécanique du système Vachon, avec (ou sans) ventilateur, émotteur et diviseur, chaîne à godets, et tout le mouvement nécessaire. (Nous indiquons ce trieur dans un article spécial comme présentant en effet un appareil à part qui est encore peu répandu, mais que nous voudrions voir dans tous les moulins, au moins ceux un peu importants; nous avons donné les prix de cet instrument à la fin de la description que nous en avons faite tom. V.)

15°. – Un comprimeur composé de deux cylindres creux en fonte, d'un cylindre distributeur cannelé, trémie à blé avec registre et vis à régler, raclettes, bâtis en fonte, toile métallique, paliers mobiles, engrenages droits en fonte et deux forts engrenages en fonte taillés, dont un monté sur la colonne d'arbres verticaux. (Cet appareil, que nous avons aussi décrit à la fin du tom. IV, n'est pas adopté partout, il doit donc aussi faire un article spécial; on sait que son prix varie suivant les dimensions de 1,500 à 2,000 fr.)

16°.— Un grand élévateur à boulange partant du plancher des meules et montant jusqu'au-dessus de la chambre à rateau, ledit composé d'une courroie sans fin de 0m 10 de large, poulies en fonte, godets en cuir (ou en fer-blanc), avec axes, coussinets, supports et son mouvement; un rateau en bois et son palonnier, avec ferrure, arbres en fer, crapaudine, coussinets, engrenages d'angle et engrenages droits en fonte brute, poulies et boulons. (La menuiserie se faisant sur place, reste ordinairement au compte du propriétaire; par conséquent, on ne l'indique pas dans le devis; dans le cas contraire, on devrait nécessairement compter les boîtes d'élévateur, chambre, supports ou traverses en bois.)

17°.— Deux bluteries à farine de 3m 50 de longueur sur 1m de diamètre, renfermées dans le même coffre, avec (ou sans) les soies, axes en bois et taquets, tourillons en fer; un arbre de couche en fer, 2 paires de roues

d'angle en fonte, poulies, chaises et paliers en fonte, avec coussinets en bois (ou en bronze); 2 augets en bois et 2 petites trémies avec les mouvements; un grand coffre en bois avec montants et traverses en chêne, dessus et plans inclinés en bois. (Dire si on ne fournit pas ce coffre, sans quoi, on pourrait croire qu'il est compris dans le marché; quelquefois le meunier préfère se charger des soies et de la menuiserie des coffres et petites trémies, il est utile que ce soit mentionné dans le devis.)

18°.— Une grande bluterie à son de 6 à 7 mètres de longueur et 1 mètre de diamètre, garnie (ou non) de ses soies et toiles; arbre en bois, tourillons en fer, poulies et paliers en fonte; un coffre en sapin ou bois blanc avec montants et traverses en chêne. (Même observation que dans l'article précédent; les séparations en planches qui doivent exister en dessous, sont faites par le propriétaire.)

Quelquefois on désire une bluterie intermédiaire, dite bluterie à sécher; elle doit être évidemment mentionnée pour être comprise dans le marché; il faut indiquer aussi si on applique un élévateur à farine ou une vis sans fin avec leur mouvement, pour desservir l'une ou l'autre de ces bluteries.

19°. — Un élévateur à gruaux, montant du premier au dernier étage, composé, comme le précédent, d'un cuir sans fin, de godets, poulies, axes et coussinets pour son mouvement; un rateau et son palonnier en bois avec arbres en fer, engrenages, poulies et supports. (Cet article correspond exactement à l'article 16.)

20°. — Une bluterie à gruaux de 3m50 de longueur, garnie (ou non) de ses soies, avec arbre, tourillons, augets, trémie et mouvements, comme précédemment, avec (ou sans) le coffre en bois; une seconde bluterie à son, de 5 à 6 mètres de longueur, et composée de même, etc. (Indiquer également s'il y a un élévateur ou une vis additionnelle.)

21°. — Un monte-sacs composé d'un tambour en bois (ou en fonte), traversé par un axe en fer, d'un arbre de couche en fer tourné, de deux engrenages d'angle, et deux fortes poulies à joues avec (ou sans) la courroie double, d'un rouleau de tension avec son axe et son levier, d'un bâtis en fonte, et des poulies de renvoi nécessaires. (Ordinairement le mécanicien ne fournit pas les cordages; il est bon de le dire, pour éviter des erreurs; de même les trappes et leurs charnières sont aux frais du propriétaire, et ne se comprennent habituellement pas dans le devis.)

Pour tous les mouvements des appareils indiqués, il faut, comme on le pense, un grand nombre de courroies de différentes largeurs et longueurs, dont la valeur peut s'élever souvent de 800 à 1,500 fr. et plus; on comprend qu'il importe beaucoup que les contractants se soient entendus à l'avance, pour savoir si elles sont ou si elles ne sont pas comprises dans leur marché.

Le constructeur doit encore comprendre dans son devis plusieurs accessoires, tels que ceux que nous indiquons dans l'article suivant.

22°.— Une grue ou appareil propre à enlever les meules et composé d'un

arc en fer, d'une vis à filets quarrés en fer corroyé, et de son écrou en bronze, de la potence en chêne avec pivots en fer et crapaudines, goujons en fer et boîtes en fonte (celles-ci sont quelquefois fournies par le marchand de meules). On sait que cette grue se transporte d'une meule à l'autre, et sert, par conséquent, pour toute la minoterie. Elle est bien préférable aux mouffles à cordes que l'on emploie dans quelques moulins. Un indicateur de vitesse à boules, à cadran et à sonnettes, pour prévenir lorsque le moulin se ralentit ou s'accélère et commandé par l'arbre central; un régulateur ou règle en fonte, dressée avec beaucoup de soin pour servir à vérifier les règles de bois que l'on pose sur les meules, lorsqu'on les rhabille et qu'on veut les redresser; ce régulateur est renfermé dans une boîte en chêne avec son couvercle, et doit être posé de manière invariable non loin des meules. Deux ou plusieurs ensachoirs en tôle, avec bourrelet en fonte, soupape et mécanisme à pincer les sacs. Un cric à vis et à engrenages avec petite colonne en fonte pour servir à débrayer les pignons de meules. (Cet instrument n'est pas utile lorsque les moulins sont à courroies.)

Il y a encore d'autres objets, mais qui doivent plutôt être fournis par le meunier; ce sont des brouettes pour porter les sacs, une balance bascule ou romaine, plusieurs jeux de marteaux et une petite machine à rhabiller telle que celle publiée au commencement du tome III, un niveau à bulle d'air, des petites règles en bois, une meule de grès et son auge pour affûter, etc.

On voit, en lisant le devis détaillé qui précède, que nous n'avons pas compris, avec intention, d'une part, la fourniture des meules, qui doivent, autant que possible, être laissées au choix du meunier, parce qu'il a le plus grand intérêt à les bien choisir, et d'un autre côté, les charpentes ou menuiseries, telles que les trémies à blé qui se font toujours sur place, les chambres à farine, les raccords de planchers; on n'y comprend pas non plus la maçonnerie indépendante du bâtiment, comme le coursier de la roue hydraulique, les assises du beffroi, des meules et des arbres de couche, les raccords et scellements pour les supports, etc. Ces travaux sont laissés aux frais du propriétaire, mais doivent être cependant exécutés sous la direction du constructeur ou du monteur chargé de toute la pose des machines et appareils.

On sera peut-être bien étonné de ne pas voir de prix indiqué à chacun des articles qui composent le matériel d'un moulin; nous avons pensé qu'il serait peut-être téméraire à nous de fixer des valeurs à cet égard, car elles sont tellement variables que nous avons été surpris plus d'une fois nous-mêmes, en apprenant les différences énormes que l'on obtient, lorsqu'on s'adresse à tel ou tel constructeur. Si l'effet de la concurrence a fait baisser les prix énormément dans un grand nombre de machines ou d'objets fabriqués, c'est surtout dans les moulins que l'on doit constater non-seulement une baisse considérable, mais encore une irrégularité extrême, que nous nous sommes toutefois expliquée souvent, par le genre

ou la nature de la construction. Lorsque tel mécanicien habile, consciencieux, qui sait parfaitement son métier et offre par suite toutes les garanties désirables, a fait un devis bien complet, bien développé comme celui que nous venons d'indiquer, et qu'il demande, en résumé, une somme de 24 ou 25,000 francs pour la construction et le montage de tout le moulin, on rencontre tel charpentier, qui se dit aussi constructeur de moulins, et qui quelquefois ne sait pas faire un plan, ne pas craindre de s'engager à exécuter le même moulin pour un prix moitié moindre, quoiqu'il n'ait aucun outil, aucun matériel à sa disposition. Sans doute, ce moulin sera mal construit, il péchera dans une foule de détails, par des pièces trop faibles, mal ajustées, qui exigeront beaucoup d'entretien, etc., mais enfin le propriétaire a le droit de dire au premier constructeur : « Comment se fait-il que vous ne puissiez pas faire à un prix beaucoup moindre, ce qu'on m'offre d'établir pour moitié de la somme que vous me demandez ? »

Et souvent, ne sachant pas se rendre compte que le plus cher peut, par la suite, devenir le meilleur marché, il s'adresse à celui qui lui a demandé le chiffre le moins élevé; il est vrai qu'il n'est quelquefois pas longtemps avant de s'apercevoir qu'il a eu tort, et il regrette, trop tard, de ne pas s'être confié au mécanicien loyal et consciencieux.

En voyant le grand nombre de détails qui composent toute une minoterie, on doit certainement penser que si les mouvements ne sont pas bien exécutés, si les engrenages, les tourillons des axes, etc., ne sont pas bien proportionnés, si toutes les parties mobiles enfin ne sont pas convenablement agencées, il y aura des pertes de force, des frottements superflus, et par suite moins de travail produit, et de plus des usures rapides, des frais d'entretien considérables qui, s'accumulant sans cesse, ne tardent pas à accroître de beaucoup les premiers frais d'établissement. Tous ces inconvénients n'ont pas lieu, lorsque tout le mécanisme est parfaitement exécuté et ne laisse rien à désirer.

Les négociants et habiles meuniers qui connaissent bien cela et savent apprécier la mécanique, ne font pas de ces fautes graves, car ils ont toujours le soin de s'adresser à ceux qui ont fait leurs preuves et qui ont acquis beaucoup d'expérience dans cette partie, à ceux qui, par leurs connaissances, par leur pratique, par leur outillage, leur présentent toutes les garanties de succès qu'ils peuvent désirer.

Nous ne voulons cependant pas terminer ce sujet, sans indiquer, au moins d'une manière approximative, les prix qui sont ou peuvent être demandés pour l'exécution convenable d'un tel moulin, afin qu'on puisse se fixer sur quelque appréciation.

1° Le prix de la roue hydraulique et des vannages, composant les trois premiers articles du devis précédent, est de 3,000 à 3,500 fr. suivant les localités.

2° Le prix du gros mécanisme, compris dans les art. 4 à 10, est de 10 à 12,000 fr., soit 2,500 à 3,000 fr. par paire de meules; celles-ci à part, on

sait qu'elles valent 600 à 700 fr. la paire. Le poids total de ce mécanisme est de 10 à 12,000 kilogrammes. Le système à courroies peut revenir à 1,000 ou 1,500 fr. plus cher.

3° La valeur des objets mentionnés dans les art. 11, 12 et 13 est approximativement de 3,000 à 3,500 fr.

4° Celle des blutages et accessoires, compris dans les art. 16 à 21, est de 4,000 à 4,500 fr.

5° Le prix des objets détachés, composant l'art. 22 est environ de 700 à 800 fr.

Il faut en outre compter pour les frais de pose de toutes ces machines une somme de 800 à 900 fr. Les frais de transport variant suivant les distances doivent être nécessairement portés à part.

OBSERVATION. — Il ne sera peut-être pas sans intérêt de remarquer, en terminant, que les bâtiments destinés à recevoir des minoteries bien organisées doivent être très spacieux, non-seulement pour que les machines et appareils soient convenablement logés, et qu'ils puissent y être placés de manière à ne pas gêner le service, mais encore pour permettre d'en faire servir une grande partie à contenir une certaine quantité de blés et de farines en réserve. On conçoit qu'un meunier, quelle que soit l'importance de son usine, ne peut être assujéti à faire venir du grain tous les jours, il faut nécessairement qu'il fasse des approvisionnements, ne serait-ce que pour une semaine. Celui qui peut moudre seulement 60 à 80 hectolitres par 24 heures, doit déjà emmagasiner 420 à 560 hectolitres pour le travail de 6 à 7 jours. Il en est de même pour les farines et les autres produits de la mouture : il ne s'en débarrasse pas chaque jour; il lui faut donc aussi de l'emplacement pour les recevoir.

Or, si l'on observe que dans un moulin à 4 étages, comme celui que nous avons représenté, le rez-de-chaussée est presque toujours occupé par le moteur, le gros mécanisme, et par le logement du meunier ou de son garde moulin, que le premier étage l'est en grande partie par les cases à sons, par les ensachoirs à farine qui demandent qu'on puisse aisément circuler, par les cabines des ouvriers qui couchent au moulin, que le second et le troisième étage sont pris par les bluteries, les chambres à farines, les trémies à blé, les élévateurs, etc., on verra bientôt qu'il ne reste d'emplacement disponible pour le grain que dans le dernier étage, et que l'on devra avoir dans les autres assez d'espace libre pour y loger les farines et autres produits, et on reconnaîtra sans peine qu'un bâtiment de 19 à 20 mètres de long sur 10 à 12 mètres de large est tout au plus suffisant pour une minoterie de 4 paires de meules.

FORGES.

MARTEAUX-PILONS A VAPEUR,

Par M. CAVÉ,

CONSTRUCTEUR DE MACHINES, A PARIS,

Et par MM. **PETIN** et **GAUDET**, Maîtres de Forges, à Rive-de-Gier.

(PLANCHE 26.)

Depuis la publication que nous avons faite sur les marteaux-pilons de MM. Nasmyth et Schneider (1), il s'est exécuté un grand nombre de ces appareils, soit en France, soit en Angleterre, pour les établissements de construction et pour les usines à fer. Il n'est presque pas de maison un peu importante qui ne possède aujourd'hui au moins un tel outil, plusieurs en ont deux et même trois de différentes forces. MM. Petin et Gaudet, de Rive-de-Gier, en ont constamment quatre en activité. On sait que ces habiles industriels se sont adonnés spécialement à la fabrication de grosses pièces de forge pour la construction des machines des bateaux à vapeur, des locomotives, des wagons, etc., et qu'ils ont acquis dans cette spécialité une réputation bien méritée, non-seulement pour la parfaite exécution des pièces, mais encore pour le bon marché auquel ils les livrent.

Nous avons fait connaître le moyen ingénieux de M. Nasmyth pour déterminer la marche du tiroir, dans ces machines, et pour régler ou varier la course du piston, suivant le travail à faire. Cependant comme ce mécanisme ne laisse pas que d'être assez compliqué, comme aussi il a l'inconvénient de prendre du jeu et de se détraquer assez rapidement à cause des secousses continuelles résultant des coups de marteau successifs et répétés, la plupart des constructeurs et fabricants n'ont pas adopté ce système en France, et ont le plus généralement donné la préférence au mode d'action ordinaire, c'est-à-dire à un simple mécanisme, manœuvrant à la main. Avec un peu d'habitude, l'ouvrier intelligent n'en arrive pas moins à conduire l'appareil d'une manière parfaite, soit pour agir avec puissance,

(1) Voir le IVe vol. de la *Publication Industrielle* (texte et planches), avec la notice historique.

lorsqu'il a de fortes pièces à forger, soit pour modérer l'action, quand il doit opérer sur des pièces de faibles dimensions.

Telles sont les machines de M. Cavé, qui, comme on le sait, s'est constamment occupé depuis 1834, de faire des outils spéciaux, marchant directement par la vapeur. Ses marteaux-pilons construits avec une grande solidité, sont très-estimés, et sont aujourd'hui employés dans un grand nombre d'ateliers. Nous allons en faire connaître la disposition qui est fort simple.

DESCRIPTION DU MARTEAU-PILON DE M. CAVÉ,
REPRÉSENTÉ SUR LES FIG. 1 A 7, PL. 26.

Ce marteau proprement dit, se compose, comme le montrent les fig. 1 et 2, d'une forte pièce de fonte A, large et haute, dont la section horizontale (fig. 4) indique bien la forme. A la partie inférieure de cette pièce est rapportée à queue d'hyronde la panne variable B, qui, n'y étant soutenue que par des coins ou des clavettes en fer *a*, peut se mettre et se retirer à volonté.

Ce marteau marche entre deux coulisses bien dressées sur les côtés des deux bâtis de fonte C, qui forment, en même temps, la cage de la machine, et supportent le cylindre à vapeur. Deux règles ou coulisseaux D, adaptés sur les bords, tiennent le marteau constamment appliqué dans les coulisses; ces règles sont fixées chacune par une rangée de boulons à clavettes et à écrous *b*.

Les deux bâtis sont réunis, à leur sommet, par une large et forte corniche en fonte E, d'une seule pièce, qui se relie aux montants par des coins en fer *c* (fig. 1 et 3). Au centre de cette corniche repose le cylindre à vapeur F, dont la hauteur correspond à la plus grande course que l'on veut donner au marteau.

Ce cylindre est fermé par le haut avec un couvercle bombé G, qui est muni d'un anneau pour permettre de l'enlever avec facilité lorsqu'il est nécessaire d'ouvrir le cylindre, par exemple, pour visiter ou retirer le piston à vapeur. A la base est une boîte à étoupes, qui, comme dans les machines ordinaires, donne passage à la tige verticale *d* du piston. Cette tige est attachée au marteau par une clavette *e*, mais pour que les chocs ne tendent pas à couper celle-ci, le constructeur a d'abord eu le soin de laisser du jeu dans la mortaise qui la reçoit, puis au lieu de faire toucher le bout de la tige avec la fonte, il a rapporté au fond du trou dans lequel elle est logée, des rondelles en chanvre, ou en feutre *f*, indiquées sur la fig. 1, en lignes ponctuées.

La construction du piston à vapeur qui se meut dans le cylindre est assez particulière; on sait que cette pièce, dans ce genre de machine, fatigue beaucoup, et est très-susceptible de se briser; aussi les constructeurs se sont occupés d'y apporter constamment des modifications pour le rendre plus solide, plus durable, et de plus pour qu'il ne soit pas trop pesant.

M. Cavé a eu l'idée de le faire, en dernier lieu, en tôle de fer forgée; ainsi il le compose de deux disques H méplats au centre, et recourbés à la circonférence, tels que l'indique la fig. 5, de manière à loger, sur tout le pourtour formant gorge, une certaine quantité d'étoupes graissées, que l'on peut aisément remplacer au besoin, et qui, tout en gardant bien la vapeur, résistent mieux et ne produisent pas de chocs comme les garnitures métalliques. La tige est fixée au centre de ces disques que l'on renforce encore par une ou deux autres épaisseurs de tôle, au moyen d'un écrou fileté *g*.

L'admission de la vapeur se fait dans la partie inférieure du cylindre par la lumière *i*, qui est en communication avec la boîte de distribution I, lorsque son tiroir occupe la position la plus élevée; la sortie a lieu par l'orifice *i'*, qui communique avec le tuyau d'échappement *h'*.

La boîte de distribution reçoit la vapeur arrivant du générateur par la tubulure d'introduction *h*; mais cette boîte porte une autre tubulure *j*, alésée pour recevoir un petit piston K, qui se relie par double articulation au tiroir J, au moyen de la courte bielle ou tige en fer *j'* (fig. 6). Par cette disposition, il est aisé de comprendre que la pression de la vapeur qui tend à appliquer la face du tiroir sur le siége dressé du cylindre, se fait également sentir sur la surface du piston, de sorte que si les deux surfaces étaient égales, il y aurait équilibre; mais comme celle du tiroir est un peu plus grande, celui-ci reste appuyé contre le siége, et dans sa marche rectiligne il entraîne la tige *j'*, qui alors change légèrement la position du petit piston. Il n'en résulte pas moins que le frottement du tiroir est peu considérable, puisque la pression qui agit sur lui, est diminuée de toute celle qui a lieu sur le piston; aussi on a l'avantage de pouvoir manœuvrer ce tiroir à la main, avec une grande facilité (1). Embrassé par un cadre en fer qui le suspend à la tige verticale *k*, ce tiroir est mis en mouvement par le balancier L, qui oscille sur son centre *l*, et qui, à l'autre extrémité, est attaché à la tringle verticale M. Celle-ci s'assemble à son tour, par sa partie inférieure, au levier N, terminé par une grande manette que l'ouvrier machiniste ou le conducteur manœuvre à la main. Et à cet effet, pour se trouver à la hauteur convenable, un plancher en fer *p*, entouré d'une balustrade élevée O, est adapté contre le bâtis, de manière à ne pas gêner le service des forgerons qui sont chargés de diriger et de soumettre les pièces de forge à l'action de la machine.

(1) Un physicien de Milan, M. Paltrineri, est inventeur d'un système propre à équilibrer la pression de la vapeur sur le tiroir, qu'il se propose d'appliquer aux machines fixes, et aux machines locomotives. Il s'est fait breveter en France (en 1847), pour ce mécanisme qui consiste dans l'application d'une sorte de plaque ou de disque méplat dressé sur une face, et relié au tiroir pour suivre le mouvement alternatif de celui-ci, en glissant sur une cloison fixe séparant la boîte de celle du tiroir. Un incident particulier s'est présenté en Angleterre, lors de la demande d'une patente dans ce pays, pour cette invention, l'auteur s'est rencontré avec un inventeur anglais qui faisait une demande analogue à la même époque. Ils ont dû s'entendre alors, parce que la loi anglaise n'accorde qu'une seule patente pour une même invention.

Une autre manette Q est aussi à la disposition du conducteur pour servir à arrêter instantanément le marteau, lorsqu'il le juge nécessaire. L'axe de cette manette porte un toc ou coin en fer forgé *m*, qu'il fait engager dans une entaille correspondante *n* pratiquée sur le côté latéral extérieur du marteau, quand il croit devoir tenir celui-ci en suspension à une certaine hauteur au-dessus de l'enclume.

Le dessin représente une grosse manivelle R de machine de bateau, qu'on suppose en train de forger et près d'être terminée. Cette manivelle repose sur l'enclume S que l'on peut changer, au besoin, suivant les pièces à forger, parce qu'elle n'est qu'ajustée sur le grand et fort tas en fonte T ou *chabotte*, qui sert en même temps d'assise aux deux côtés du bâtis. Cette assise de fonte est posée sur un lit en charpente U, composé de plusieurs rangées de pièces de bois alternativement placées en long et en travers, et avec lesquelles le tas est solidaire au moyen de forts boulons qui les traversent.

On voit sur l'élévation (fig. 1), que l'on a pratiqué un certain nombre de trous *o*, pour y loger des tiges en fer, qui peuvent aider l'ouvrier à soutenir ses outils, ses tenailles, lorsqu'il travaille.

M. Cavé a fait aussi l'application d'un système de soupapes de sûreté *s s'* (fig. 7), sur le côté latéral du cylindre à vapeur, et vers la partie supérieure de la course. Ces soupapes placées l'une au-dessus de l'autre, ont leur base de forme conique, et se soulèvent de bas en haut ; la première est chargée d'un ressort à boudin *r*, pour la maintenir fermée jusqu'à une certaine pression, sensiblement plus grande que la pression atmosphérique. L'espace libre laissé entre les deux soupapes est un canal qui communique avec l'intérieur du cylindre. Il paraît que cet appareil n'est pas absolument nécessaire, car il n'est pas appliqué dans plusieurs des marteaux construits par l'auteur. Il est, au reste, toujours préférable de l'ajouter, puisqu'il est très simple, et qu'il peut quelquefois éviter des accidents.

MARTEAU-PILON DE MM. PETIN ET GAUDET,

REPRÉSENTÉ SUR LES FIG. 8 ET 9, PL. 26.

La particularité la plus remarquable de ce système consiste dans l'idée de faire tourner l'enclume d'un quart de tour, pour pouvoir, dans la même chaude, étirer et élargir le fer. Ce perfectionnement n'est pas sans importance, surtout lorsqu'il est appliqué à des marteaux-pilons destinés à forger des pièces d'un certain poids, de 800 à 1500 kilogr., par exemple, et souvent beaucoup plus.

On a vu que ces appareils, tels qu'ils ont été établis jusqu'ici, ont leur bâtis disposé de chaque côté de l'enclume, de telle sorte qu'il ne permet pas de circuler autour de celle-ci. Dans les anciens marteaux à manche, le bâtis se trouve en arrière de l'enclume, l'ouvrier peut alors tourner sur plus d'une demi-circonférence, sans être gêné, par conséquent il lui est

libre d'étirer la barre de fer, de l'élargir dans la même chaude, suivant qu'il la place sur la longueur ou la largeur, c'est-à-dire en long ou en travers de l'enclume, en supposant toutefois que la pièce ne soit pas trop pesante, et qu'il la manie avec quelque facilité, il pourra en faire tout ce qu'il voudra. Cette double opération d'élargir et d'étirer le fer, dans une seule chaude, devient impraticable sous le marteau-pilon, surtout lorsque la pièce à forger est d'une forte dimension, quand son poids dépasse 5 à 600 kilog., par exemple, parce que, ne pouvant diriger et supporter la pièce qu'à l'aide d'une grue, il ne peut qu'étirer cette pièce si l'enclume est placée en travers, ou simplement l'élargir, si l'enclume est en long. C'est un inconvénient pour l'ouvrier forgeur, qui ne peut profiter de toute la chaude, alors il est dans l'obligation de remettre la pièce au four, de changer les enclumes, et de revenir ensuite continuer le forgeage sous le pilon, ce qui fait double manipulation, et occasionne une plus grande dépense de combustible.

MM. Petin et Gaudet ont cherché à remédier à ces inconvénients en rendant l'appareil rotatif, c'est-à-dire en mobilisant l'enclume, et avec elle, dans le marteau-pilon, le bâtis même C, qui porte le système.

Ainsi, en admettant que l'enclume S, qui est portée par la *chabotte* T, soit placée comme l'indiquent les fig. 8 et 9, de telle sorte que la pièce à forger se trouve dans la direction 1-2, il est évident que le marteau A opérera l'étirage de cette pièce; si on veut l'élargir, sans la reporter au four à réchauffer, on la recule un peu, à l'aide de la grue qui la supporte, et on fait tourner l'appareil, au moyen des quatre pignons dentés *p*, qui, engrenant, tous à la fois, avec le plateau circulaire *m*, lui impriment une marche rotative, ainsi qu'à l'enclume et au marteau, auxquels on fait prendre alors une position 3-4 perpendiculaire à la précédente. Il en résulte que l'on peut, sans déranger la pièce, faire les deux opérations d'étirage et d'élargissement, dans la même chaude; mais si on suppose que la pièce soit une hélice en fer, dont les ailes sont, comme on le sait, à surfaces gauches, il faut donner au marteau, et par suite à son bâtis, une position correspondante à la direction de la ligne 5-6, pour étirer la pièce.

Pour obtenir ce résultat, il était essentiel évidemment de changer la construction du bâtis; les auteurs lui ont donné la disposition indiquée sur le dessin. Les pieds, qui sont exécutés par rapport au centre de l'enclume, sont ajustés et fixés solidement dans la *chabotte* T, afin de tourner avec elle, sans gêner, dans les positions qu'on lui fait prendre, la pièce à forger.

La couronne dentée *m*, qui est solidaire avec la *chabotte*, est faite comme un engrenage droit ordinaire, avec lequel engrènent simultanément les différents pignons *p*, que l'on fait mouvoir directement par des manivelles ajustées sur leurs axes, et qui s'enlèvent à volonté.

La *chabotte* T reçoit l'enclume S, à queue d'hyronde, comme le marteau reçoit sa panne B; elle repose sur un très-fort bloc cylindrique U en boi

de bout fretté en fer, et solidement assis sur des fondations en maçonnerie de $1^m 50$ à 2 mètres de hauteur; ce massif est lui-même établi sur un grillage en bois de $0^m 25$ d'épaisseur.

Le cylindre à vapeur F, placé à la partie supérieure de l'appareil, est assujéti entre deux pièces de bois, et repose sur la corniche de fonte E, qui surmonte le bâtis C de la machine; il y est ajusté sur une partie dressée avec soin, et retenue au moyen d'une plaque en deux pièces *c* boulonnées sur la corniche, de sorte que lorsque le bâtis tourne sur lui-même, le cylindre reste fixe, avec les tuyaux d'entrée et de sortie de vapeur.

Le piston H peut aisément tourner dans le cylindre avec l'enclume et le marteau; sa garniture n'étant composée que d'un cercle métallique *r*, ne le force pas, et par conséquent ne peut empêcher le mouvement de rotation. Ce cercle *r* est en acier trempé (fig. 10), ajusté dans la gorge cylindrique ménagée sur la circonférence du piston; à son intérieur est renfermée une garniture en *caoutchouc vulcanisé*, qui fait ressort (1). Des trous pratiqués dans l'épaisseur du métal, permettent à la vapeur qui s'introduit dans le cylindre, de passer en dedans de cette garniture, et la force à s'appliquer contre les parois de celui-ci. Ce genre de piston, qui est d'une construction extrêmement simple, est dû à M. Bourdon, ingénieur du Creusot: il est d'un entretien facile et commode. La tige qui le réunit au marteau proprement dit, tourne dans la garniture d'étoupe adaptée au bas du cylindre, lorsqu'on fait mouvoir le système.

La boîte de distribution et son tiroir J, sont comme dans l'appareil précédent; la tringle verticale M qui communique à la tige du tiroir par le balancier L, descend jusque près du sol, pour se relier à une manette mise à la disposition du chef ouvrier, qui se trouve ainsi constamment près de la pièce à travailler.

Pour diminuer le frottement de la chabotte, lorsqu'on la fait tourner sur son assise, les auteurs ont ménagé de distance en distance, des trous qui permettent d'y introduire de l'huile afin de graisser les surfaces en contact. Ces trous peuvent être bouchés par de petites soupapes que l'on ajuste hermétiquement, afin d'empêcher que la poussière n'y pénètre.

A la partie supérieure du cylindre à vapeur est une petite pédale ou bascule r', ayant son point fixe en *s*, et attachée par son milieu à la tringle *t*; lorsque le piston monte, et qu'il arrive vers l'extrémité de sa course, il rencontre cette bascule, et fait en même temps lever la tringle *t*, et par suite le tiroir J, dont la tige se relie à la partie inférieure de cette dernière; il en résulte alors que le tiroir intercepte l'arrivée de la vapeur dans le cylindre, et donne issue à celle qui y était entrée, pour laisser retomber le marteau de tout son poids. Cette bascule forme ainsi une sorte de levier de sûreté, qui évite les accidents.

(1) Nous aurons à parler prochainement des applications importantes que l'on fait aujourd'hui avec le caoutchouc vulcanisé ou sulfuré, dont les propriétés sont remarquables.

Un appareil de ce genre, exécuté avec un marteau de 800 kilog., pèse en totalité, environ 12000 kilog.; il est revenu à 9000 fr. à l'établissement. Nous pensons qu'en général les constructeurs peuvent livrer de telles machines à raison de 90 à 100 fr. les 100 kilog.

MM. Petin et Gaudet, qui travaillent pour un grand nombre de mécaniciens, ont actuellement quatre marteaux-pilons en activité, et occupent dans leur usine plus de 120 ouvriers.

TIRE-LIGNES GRADUÉS

POUR L'EXÉCUTION DES DESSINS, PAR M. DESBORDES, A PARIS.

Tout le monde sait qu'on emploie pour les dessins linéaire, de charpentes, d'architecture, de mécanique, etc., des tire-lignes ou instruments destinés à *passer à l'encre* les épures ou dessins déjà esquissés au crayon sur le papier. Ces instruments, composés de deux palettes d'acier, serrées au degré convenable pour obtenir un trait d'une grosseur déterminée, sont incomplets en ce sens qu'ils ne permettent de tracer, sans toucher à la vis qui rapproche ou écarte les palettes, qu'un trait d'une grosseur uniforme. L'inconvénient de cette disposition se fait sentir continuellement, puisque les dessins étant composés de traits plus ou moins forts, il faut, pour obtenir cette différence, serrer ou desserrer continuellement la vis de rappel. M. Desbordes a voulu obvier à cette sujétion en construisant un tire-ligne qui pût donner à volonté et avec exactitude toutes les grosseurs de traits désirables sans qu'il devînt nécessaire de toucher ou de changer en aucune manière la position des palettes. Pour cela, il a imaginé d'établir ces dernières avec une saillie à la partie inférieure, et de les chaufreiner ou biseauter intérieurement de façon à avoir un écartement et par suite un trait uniforme, lorsque le tire-ligne est dans une position perpendiculaire, mais à pouvoir aussi l'augmenter graduellement en l'inclinant plus ou moins sur le papier. Cette idée, mise à exécution, a donné les résultats les plus satisfaisants.

Machines à Clous (1),

PAR MM. SIROT ET LOLOT.

NOUVELLE MACHINE

A FABRIQUER LES CHEVILLES A BOTTES,

PAR

M. SIROT père, Fabricant à Valenciennes.

(PLANCHE 27.)

La fabrication des chevilles s'est toujours effectuée par des moyens longs, dispendieux et imparfaits. Dès 1817 une fabrique importante de Clairvaux améliorait notablement les procédés anciens, et les perfectionnait encore en 1837. En 1834, M. Sirot, de Valenciennes, imagina un outil fort simple, disposé comme un découpoir, et marchant de la même manière, qui lui permit d'obtenir des chevilles terminées à chaque coup de balancier. L'auteur employait pour cette fabrication des barres laminées en lame de couteau.

La machine que nous allons décrire, et qui est due également à M. Sirot, repose sur une disposition ingénieuse et entièrement nouvelle. Elle présente l'avantage d'opérer d'une manière continue avec une grande rapidité, et s'applique spécialement à la fabrication des chevilles en fer, cuivre ou zinc, destinées aux talons des chaussures en général. On sait la grande consommation qu'on en fait maintenant, et la perfection que l'on exige dans la régularité des pointes et de la forme; aussi la machine de M. Sirot, qui remplit toutes les conditions nécessaires pour cette fabrication mécanique, est-elle la solution d'un problème très-intéressant. Elle permet de fabri-

(1) Ordinairement nous ne donnons dans ce Recueil que les appareils construits, ayant produit ou produisant de bons résultats, et nous les dessinons autant que possible d'une manière rigoureuse, non-seulement pour les faire bien comprendre et apprécier, mais en outre pour pouvoir servir, soit à la construction, soit à la confection des grands dessins de détails. En publiant les machines à clous de MM. Sirot et Lolot, nous nous sommes un peu écarté de notre habitude, nous avons voulu seulement faire connaître deux appareils intéressants qui fonctionnent avec la plus grande régularité; nous les avons donc représentés d'après les données insuffisantes que nous possédions, et seulement pour en répandre les principes qui sont, nous le répétons, très-goûtés dans le nord de la France.

quer sur toutes dimensions comme sur toutes espèces de métal et avec une grande célérité, ce dont on pourra se rendre compte par la description et la gravure.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A CHEVILLES, DE M. SIROT,
REPRÉSENTÉE FIG. 1 A 4, PL. 27.

La fig. 1re est une coupe verticale de la machine, faite suivant la ligne 1-2, et ne montrant que le mécanisme proprement dit.

La fig. 2 est une vue par bout du côté du mécanisme.

Et la fig. 3 une seconde vue par bout du côté opposé.

Ordinairement les machines à clous sont montées sur un fort bâtis ou établi en bois qui les élève à la hauteur de l'ouvrier. L'appareil qui nous occupe est dans ce cas, ainsi que celui que nous décrirons plus loin.

Les opérations nécessaires à la fabrication des chevilles sont au nombre de trois :

1° Le découpage de la bande en métal;

2° L'avancement intermittent et régulier de cette dernière;

3° Sa fixité pendant le tranchage.

Elles s'effectuent conjointement à l'aide des divers mécanismes que nous allons examiner. On reconnait d'abord que l'arbre moteur A, de la machine, placé à la partie supérieure du bâtis de fonte B, qui en supporte toutes les pièces, est muni, d'une part, d'un excentrique circulaire C, destiné à faire mouvoir le couteau vertical *a*, et de l'autre une manivelle D, qui doit servir à faire avancer la bande de métal à couper; puis un autre excentrique à came E, dont l'objet est de faire appuyer une pince sur cette bande aussitôt que les couteaux ont opéré leur action.

Avant de faire voir comment ces différentes parties de la machine fonctionnent, et quelles sont les relations qui existent entre elles pour effectuer les opérations successives que nous avons énumérées, il est bon d'entrer dans quelques détails sur la construction et la disposition de chacune des pièces.

DÉCOUPAGE. L'excentrique circulaire C, monté à l'extrémité de l'arbre moteur, est mobile dans un châssis rectangulaire, ou porte-couteau F, dont les côtés, aciérés et taillés en queue d'hyronde, glissent dans des coulisseaux *z*, rapportés sur le devant du bâtis B. Ce porte-couteau est prolongé jusque vers la partie inférieure pour recevoir la lame ou le couteau *a*, en bon acier trempé, et présentant la forme d'un coin (voy. fig. 5). Il est tenu dans le porte-couteau au moyen d'une vis de pression *y*. On comprend que le mouvement qui lui est communiqué par l'excentrique est rectiligne et vertical, afin de couper le bout de la bande métallique *b*, à mesure que celle-ci se présente à son action.

Au-dessous de cette lame, sont deux couteaux fixes *cc'*, qui sont placés obliquement en forme de coin (fig. 1re), afin de laisser entre eux un espace

vide exactement égal à celui occupé par le couteau mobile *a*, et par conséquent à la forme triangulaire que doit avoir la cheville lorsqu'elle est découpée. Or la bande métallique *b*, qui est posée à plat sur un siége horizontal et sur le bout de ces couteaux fixes, étant elle-même déjà préparée en forme de coin ou de lame de couteau sur toute sa longueur, ce qui se fait au laminoir, on comprend déjà que la cheville découpée doit avoir exactement la forme d'une pyramide quadrangulaire dont les dimensions varient suivant la largeur qu'on donne à la bande.

On règle la position exacte que doivent avoir les couteaux fixes *c c'* au moyen des vis de rappel *d d'*, qui sont taraudées dans la base du bâtis, et descendent au-dessous de l'établi, afin qu'on puisse les faire tourner à volonté par leur tête. Ils sont retenus dans leur position par une vis de pression *e*, qui les serre contre une platine, afin qu'ils soient complétement immobiles. On voit que ces couteaux sont placés dans une direction inclinée et s'écartent de plus en plus vers la partie inférieure, afin que les chevilles, à mesure qu'elles sont découpées, tombent librement dans la boîte ou le panier qui doit les recevoir, pendant que les rebuts ou les petits morceaux de métal qui sont découpés en même temps, et qui ne peuvent servir, vont tomber plus loin, pour être reçus à part dans une autre boîte.

Avancement de la tôle. A mesure que le couteau mobile reçoit son mouvement de va-et-vient de montée et de descente, il faut que la bande à débiter soit amenée à chaque coup, d'une égale quantité, pour se présenter ainsi successivement par petite partie à son action, et cependant qu'elle soit toujours guidée et retenue d'une manière solide, afin de ne pas se déranger tout en s'avançant. C'est cette double condition que remplit le mouvement de la machine même sans le secours de l'ouvrier.

On a vu qu'à l'extrémité de l'arbre moteur était la manivelle D, qui y est fixée par une vis de pression *x* et à laquelle est adapté un bouton *f*, afin de recevoir la bielle G, et lui faire communiquer un mouvement de va-et-vient. Cette bielle est attachée à l'un des points du levier H (fig. 3), qui est monté au bout de l'axe horizontal I, qu'on prolonge sur toute la longueur de la machine, afin de lui faire porter, par l'autre bout, un second levier H', semblable au précédent, mais dans une direction qui lui est perpendiculaire.

Ce second levier H', est terminé par un œil elliptique, qui embrasse le goujon *g*, rapporté sur la tringle horizontale J, placée sur le devant de l'appareil, et guidée dans sa marche rectiligne par deux supports recourbés K. Sur cette même tringle sont fixés deux autres goujons *h h'*, dont on peut régler à l'avance la position et l'écartement exact, à cause des coulisses qui y ont été ménagées. Entre ces deux goujons passe la petite manette L, qui est ajustée sur l'axe de la vis de rappel M. Or, cette vis est embrassée par un écrou *i*, qui est lui-même solidaire avec le support à coulisse N, et comme elle est tenue d'une part dans des coussinets *j*, et de l'autre entre un buttoir *k* et une vis buttante *l*, on conçoit qu'elle ne peut ni avancer, ni reculer, mais par cela même qu'elle reçoit un mouvement rotatif de va-

et-vient, elle force l'écrou et par suite le support N, à marcher en avant, lorsqu'elle tourne dans un sens, et en arrière lorsqu'elle tourne en sens contraire.

Assujétissement de la tôle. Comme la bande de métal à débiter est justement posée sur la table de ce support, elle s'avance avec lui, sans toutefois revenir en arrière. Pour cela M. Sirot a imaginé de faire appuyer sur cette bande pendant les instants voulus, le bec de corbeau ou la pince O qui, comme on va le voir, reçoit aussi un petit mouvement alternatif de montée et de descente à l'aide de l'excentrique à came E. Cet excentrique, dont on voit bien la forme en lignes ponctuées sur la fig. 3, vient agir, dans la rotation de l'arbre, sur une dame en acier *m*, qui est ajustée dans la tête élargie de la tige verticale P, afin de forcer cette tige à descendre pendant un instant qui est très-court. Une entaille pratiquée à la partie inférieure de cette dernière reçoit le bout d'un grand levier Q, qui peut osciller librement autour de son point d'appui *n*, et qui, à l'autre extrémité, porte les deux petites bielles R, reliées par leur partie supérieure à la queue de la pince O, dont le centre d'oscillation est sur le boulon à rotule *p*.

Il résulte de cette combinaison de mécanismes que quand la tige P est au bas de sa course, la pince reste appuyée sur la bande de métal, mais lorsqu'elle remonte celle-ci devient libre; c'est dans ce moment que le support ou chariot N revient sur lui-même, et n'entraîne pas la bande avec lui, puisqu'elle est alors justement prise entre les couteaux.

Pour que la tige P remonte plus rapidement, on applique à sa partie inférieure un ressort à boudin *x* qui, s'appuyant sur la base du bâtis, tend constamment à la soulever.

Il est aisé de voir maintenant comment fonctionnent toutes les parties de la machine. Le mouvement de rotation étant imprimé par le moteur, dans le sens indiqué par la flèche à l'une des deux poulies S S′, et régularisé par le volant T, communique à l'arbre A, et, par suite aux excentriques et à la manivelle qu'il porte, une vitesse qui n'est pas moindre de 100 révolutions par minute. Or ces pièces sont combinées, comme on vient de le voir, de manière que, lorsque le couteau mobile *a* descend pour couper le métal, la table du support sur laquelle la bande est posée recule, et la pince se soulève, afin qu'elle ne soit pas entraînée par ce support; lorsqu'au contraire le couteau remonte, la cheville qui vient d'être découpée tombe entre les deux couteaux fixes, et la bande s'avance de nouveau, par l'effet du support N, sur lequel elle est alors fortement tenue par la pince, et qui est poussé vers ceux-ci, chasse en même temps devant elle l'excédant de métal qui a été coupé avec la cheville. De sorte qu'à chaque rotation de l'arbre moteur A, on obtient une cheville d'un échantillon quelconque (fig. 6), et un petit morceau de rebut qui est projeté à part.

Depuis 1846, cette machine fonctionne aux clouteries de Trith-Saint-Léger (Nord), où elle n'a cessé de donner des résultats satisfaisants.

Vers la même époque, M. Massiaux s'est fait breveter pour une nouvelle

disposition ou nouveau procédé propre à fabriquer les clous à ferrer les chevaux et d'autres espèces de clous à forte tête ; nous en dirons quelques mots pour compléter la description précédente.

Le système de M. Massiaux consiste, en premier lieu, à préparer des bandes de métal de la largeur correspondante à la longueur des clous à produire, avec des renflements de chaque côté. Ces bandes sont obtenues au laminoir à gorges qui est construit à cet effet; en ménageant ainsi des renflements, l'auteur observe qu'il peut arriver à faire des clous à très-grosse tête, et il lui suffit de ménager dans la partie inférieure du couteau une entaille correspondante à la tête, et il en fait autant dans les presses.

Dans une addition subséquente, il indique la modification qu'il a apportée pour faire ce qu'il appelle les clous parisiens, qui sont un peu renflés avant la pointe; il prépare alors les bandes avec un renflement semblable au précédent d'un côté, pour la tête, mais en forme de pointe à l'autre bord opposé. Il donne alors, dans ce cas, au couteau, la forme exacte qu'elle doit avoir.

L'inventeur ne s'attache pas à la machine, il se repose sur son principe, 1° de préparer au laminoir les bandes renflées suivant la forme et la grosseur des têtes, comme suivant aussi la partie conique de la pointe des clous; 2° de donner aux couteaux et aux presses les échancrures correspondantes.

MACHINE A FABRIQUER LES CLOUS ET LES BÉQUETS,

PAR M. LOLOT, DE CHARLEVILLE. (FIG. 7 A 12. PL. 27).

Cette machine a été importée d'Angleterre par M. Whitaker, mais il lui a fait subir ici des perfectionnements et des améliorations si notables qu'on pouvait la considérer, sauf le principe, comme une machine entièrement nouvelle à l'époque où elle a fait le sujet d'un brevet de 15 ans, demandé le 15 avril 1835, par M. Lolot. Elle est disposée pour fabriquer des clous de toutes dimensions, débités ordinairement dans des lames de tôle.

Nous diviserons, comme dans la machine précédente, les fonctions qu'elle remplit en trois catégories distinctes, savoir :

1° Le débit ou découpage des matières;

2° La formation du clou;

3° La formation de la tête.

Et nous les examinerons chacune séparément.

La fig. 7 représente un plan général de la machine qu'on a figurée sans le couteau mobile, afin de laisser voir les pièces qu'il recouvre.

La fig. 8 est une coupe verticale faite suivant l'axe de la petite presse ou la ligne 3-4, fig. 7.

Et la fig. 9, une vue de côté indiquant l'ensemble général de toutes les pièces mobiles.

La machine est assise sur un socle en bois A, qui l'élève à la hauteur

convenable, et sur lequel repose la forte plaque de fondation B. Cette dernière est fondue avec les deux chaises C, recevant l'arbre moteur D, et tous les accessoires qu'il met en mouvement, ainsi qu'avec les supports ou paliers qui servent à la commande du marteau E.

Débit des matières. — La partie la plus importante comme aussi la plus modifiée par M. Whitaker, est le découpage. Il s'effectue à l'aide d'un couteau fixe F, dont on peut à volonté régler l'écartement ou l'usure par la vis de rappel *a* traversant l'étrier *b*, et d'un couteau mobile *c* engagé sur le devant d'un lourd balancier E, appelé communément *chien*.

Le couteau F est en acier dans la plus grande partie de sa longueur, et glisse entre deux coulisseaux *ee'* parfaitement dressés, dont le premier est formé par une saillie ménagée à la plaque de fondation, tandis que le second, fixé par des vis, présente sur la surface interne d'autres saillies (fig. 12), correspondant avec celles du couteau même. Cet assemblage permet la plus grande précision, beaucoup de solidité, et est d'un montage facile, circonstance d'autant plus appréciable qu'on est obligé cinq ou six fois par jour de l'effectuer, et qu'on prévoit facilement pour cette raison qu'il est important d'arriver à perdre le moins de temps possible.

On pose le métal sur ce couteau fixe, et sa séparation a lieu par le mouvement du couteau mobile *c*, formé d'une règle d'acier trempé, maintenu dans le chien en fonte, par les vis de pression *d*, et réglé par la vis supérieure *f*. Pour régler l'avancement de la tôle, on a rapporté sur la partie latérale de ce chien, un buttoir *g*, lié à un ressort *h* fixe en un point *i*, et variables tous deux de position au moyen de la vis de rappel *j*, constamment en contact avec le renflement H, au moyen du balancier. Il suffit de tourner cette vis dans un sens ou dans l'autre, pour faire avancer ou reculer le buttoir *g*, qui garde toujours la position parallèle due au bouton *k*.

Le mouvement est imprimé au *chien* E, par le coude de l'arbre moteur sur lequel s'ajuste la bielle à fourchette I, et qui fait décrire alternativement au couteau d'acier le mouvement de montée et de descente. On remarquera à cet effet que le *chien* oscille autour de l'axe J, et qu'il sert d'intermédiaire au mouvement de la presse mobile K qui, comme nous allons le voir, sert à la formation du clou.

Formation du clou. — A mesure que les morceaux de tôle sont découpés, ils descendent dans l'encoche *l* du couteau fixe, et s'y trouvent énergiquement refoulés par la presse K, que commande l'extrémité du balancier. Cette pièce est formée d'un support L, et d'un carré d'acier (fig. 11), présentant pour cet usage, la même encoche que le couteau fixe ; c'est lors du rapprochement de ces deux parties que le clou est formé dans sa longueur, et pour qu'il ne soit pas sujet à tomber ou à glisser, on a rapporté dans l'entaille rectangulaire *m*, une espèce de crochet *n* (fig. 10), destiné à le soutenir, surtout lorsqu'il est de très-petite longueur. On conçoit que ce crochet doit se retirer dans l'avancement de la presse pour ne

pas être ni courbé ni brisé, c'est pourquoi on l'a assemblé avec le bout d'une longue tringle *o*, qui décrit un mouvement alternatif que lui transmet la came ou renflement *p* de l'arbre moteur D. Mais comme la grosseur des clous est variable, et que par suite la course du crochet doit l'être aussi, la came n'agit pas directement sur la tringle, mais sur un ressort *q*, solidaire avec elle, et réglé à volonté par la vis *r*. Un ressort à palette *t* tend constamment à faire revenir ce crochet à la position normale. De cette manière on obtient la course que l'on désire très-facilement, et comme la presse elle-même doit souvent être aussi réglée exactement dans sa course, on a fait usage non-seulement de la vis buttante *s*, taraudée dans le support L, mais encore d'une autre vis *s'* agissant directement sur le bouton de jonction des deux tirants M. Rien n'a donc été épargné pour pouvoir fabriquer des clous de différentes grosseurs, et régler très-facilement toutes les pièces mobiles.

FORMATION DE LA TÊTE. — Il reste encore une opération importante à effectuer : c'est celle de la tête, qui est refoulée sans choc, et pendant que le clou est pincé entre les deux presses. C'est encore un coude de l'arbre moteur qui remplit cette fonction, mais avec une transmission un peu plus compliquée que les précédentes. Ainsi, la bielle N qui est ajustée sur ce coude, embrasse par sa fourchette les deux tourillons *u*, d'un axe inférieur doublement coudé O, et mobile entre les coussinets des supports *v*; ces derniers sont fondus avec la plaque de fondation. Il résulte de cette disposition que lorsque la grande bielle est dans sa position plus élevée, les tourillons *u* ont suivi ce mouvement d'ascension, et qu'au moyen des liens P et du coude *x*, le marteau et sa douille ont reçu un mouvement alternatif horizontal, qui a justement pour but de former, par la pression, la tête du clou. La douille ou plutôt l'écrou Q du marteau, est forgée avec deux oreilles pour recevoir les liens P, et avec une queue R, qui oscillant avec l'axe S (fig. 8), soutient le mouvement avec beaucoup de douceur et presque sans frottement.

La tige en acier *y*, du marteau est taraudée dans une partie de sa longueur, pour pouvoir affecter diverses positions, suivant le genre de clou que l'on fabrique ; ces positions sont réglées par l'écrou *z*.

D'après ce qui précède, il est facile de reconnaître que le mouvement étant transmis par l'une des poulies TT' à l'arbre moteur, et régularisé par le volant U, fait baisser le couteau mobile *c* en même temps qu'il fait avancer le crochet *u* qui doit supporter le clou ; dans le même moment la presse mobile K s'est éloignée, ainsi que le marteau, pour lui livrer passage, et ce n'est que lorsque le balancier se relève, que ces deux pièces viennent agir l'une après l'autre, pour opérer presque instantanément la formation complète du clou, qui tombe alors par l'ouverture *a'*.

Ces machines travaillent avec une rapidité remarquable, qui s'élève à 80 et 100 révolutions par minute.

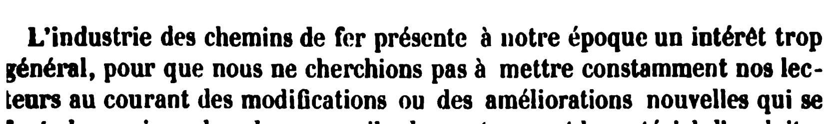
LOCOMOTIVE A CYLINDRES EXTÉRIEURS,

AVEC ROUES MOTRICES PLACÉES A L'ARRIÈRE,

Par M. R. STEPHENSON,

CONSTRUCTEUR A NEWCASTLE.

(PLANCHE 28.)



L'industrie des chemins de fer présente à notre époque un intérêt trop général, pour que nous ne cherchions pas à mettre constamment nos lecteurs au courant des modifications ou des améliorations nouvelles qui se font chaque jour dans les appareils, les moteurs, et le matériel d'exploitation. Aussi nous sommes heureux de profiter de toutes les circonstances qui nous permettent d'enregistrer les perfectionnements ou les changements que proposent les constructeurs, et surtout ceux qui, comme Stephenson, coopèrent si largement aux progrès de cette branche importante.

Le 24 octobre 1846, un ingénieur de Londres, M. Crampton, s'est fait breveter en France pour une nouvelle disposition de machine locomotive, ayant les roues motrices placées à l'arrière, et avec leur essieu situé à l'extérieur de la boîte à feu, disposition qui permet de donner à ces roues d'assez grands diamètres, et procure par suite l'avantage de marcher à des vitesses considérables. Ce système ne diffère réellement des premiers que nous avons publiés, que par la substitution des roues motrices à la place des petites roues de derrière. Quelques locomotives de ce genre fonctionnent en Angleterre, et on commence à en exécuter de semblables chez MM. Derosne et Cail.

M. Norris, de Philadelphie, et d'autres mécaniciens des États-Unis, construisent depuis plusieurs années des machines locomotives, avec les roues motrices placées à l'arrière, mais leur essieu est en deçà du foyer, et les quatre roues de devant, de même diamètre, forment avant-train. Plusieurs autres constructeurs ont suivi ce système dont on peut voir un modèle au musée de la marine à Paris.

M. R. Stephenson a aussi exécuté, l'année dernière, pour plusieurs lignes de la Grande-Bretagne, et notamment pour le transport des marchandises à grande vitesse, sur le chemin de Birmingham, une machine locomotive analogue, c'est-à-dire ayant ses grandes roues motrices à l'arrière, mais les cylindres à vapeur situés entre les quatre roues de devant.

Déjà on se rappelle que cet habile constructeur avait proposé et mis à exécution depuis plusieurs années, de placer les trois essieux sous la partie cylindrique de la chaudière, de sorte que celui des roues de derrière se trouvait en dedans du foyer, au lieu d'être en dehors, comme dans les précédents systèmes. Cette disposition fut généralement adoptée, parce qu'elle permettait d'augmenter la longueur de la chaudière et des tubes, et par suite la surface de chauffe ; l'allongement avait réellement lieu sur le derrière de l'appareil. Dans sa nouvelle machine, l'axe des roues motrices est à 0^m 28 en avant de la boite à feu ; les petites roues de derrière sont au milieu, et la troisième paire se trouve reportée sur le devant de la machine, de telle sorte que l'on peut dire avec raison que la locomotive a été rallongée par l'avant, au lieu de l'être par l'arrière. Les cylindres à vapeur sont alors placés entre les deux paires de petites roues, et fixés sur le châssis de la machine, au lieu d'être attachés à la boîte à fumée.

L'auteur donne, de cette façon, une plus grande stabilité à toute la machine, et diminue d'une manière notable le mouvement de lacet qui est si prononcé dans les locomotives à longue chaudière, dont la boîte à feu est en porte-à-faux. Cette disposition permet, en outre, de faire porter une plus grande charge sur les roues motrices, et par suite d'augmenter l'adhérence sur les rails. Elle a, de plus, l'avantage de reporter le centre de gravité entre les deux paires de roues de derrière, de sorte que si l'essieu de devant venait à se rompre, la machine n'en resterait pas moins assise sur les rails, sans basculer en avant comme cela a lieu dans les autres systèmes.

Toutefois il faut dire que cette disposition a l'inconvénient d'exiger de longs conduits de vapeur, et de les exposer à des refroidissements sensibles, de sorte qu'au moment de la mise en marche, les cylindres sont susceptibles de recevoir de la vapeur condensée.

M. Stephenson avait aussi cherché à simplifier le mouvement des pompes alimentaires en appliquant un seul excentrique communiquant à un arbre à double levier, mais il a dû abandonner cette disposition, qui fatiguait le collier d'excentrique et le rendait susceptible de se briser ou de rompre la tringle, de sorte que l'alimentation complète pouvait être interrompue par un simple accident. Ces pompes marchent actuellement par deux excentriques séparés, et indépendants de ceux qui font mouvoir les tiroirs de distribution. On reconnaîtra ces diverses modifications dans les fig. 1 et 2 du dessin, pl. 28.

M. Gouin, ingénieur, qui a monté un important atelier de construction aux portes de Paris, vient aussi de se faire breveter pour des dispositions de locomotives à grandes roues motrices; dans l'une de ces dispositions, l'auteur place l'essieu au-dessus de la chaudière, comme M. J. Meyer l'avait lui-même indiqué dans une addition à son brevet d'invention de quinze ans, de 1842, disposition qui a l'avantage de descendre le centre de gravité de tout l'appareil.

DESCRIPTION DE LA MACHINE DE STEPHENSON,

REPRÉSENTÉE FIG. 1 ET 2, PL. 28.

Ayant déjà décrit avec détails plusieurs machines locomotives de divers systèmes, nous ne reviendrons évidemment pas sur les parties qui présentent de l'analogie avec les précédentes, nous n'avons réellement qu'à donner une explication succincte pour faire voir les particularités de la nouvelle Stephenson. Les deux cylindres à vapeur A, placés à l'extérieur de la machine, et comme nous l'avons dit, entre les quatre roues de devant, sont fondus d'un côté avec de larges pattes et avec des nervures, pour se boulonner latéralement contre les longrines en tôle de fer B au lieu d'être fixés à la chaudière. Ces cylindres ont 0^m 38 de diamètre, et sont fermés de chaque bout par un couvercle de fonte; leurs pistons C, à garniture métallique, suivent une direction rectiligne exactement horizontale et communiquent leur mouvement par les tiges D, aux bielles à fourches en fer forgé E, avec lesquelles celles-ci sont assemblées par articulation. Les douilles en fer *a*, qui forment cet assemblage, leur servent en même temps de guides en glissant entre des coulisseaux superposés F, qui, d'un bout, se fixent sur le stuffing-box du couvercle des cylindres, et de l'autre à des supports recourbés *b*, rapportés à l'extérieur des longrines.

Dans les locomotives qui fonctionnent sur le chemin de fer du Nord, et que nous avons publiées (tom. 5ᵉ), la réunion de la tige du piston et de la bielle se fait de la même manière, et le guide est aussi analogue; nous en donnons les détails sur les fig. 3, 4 et 5, comme n'ayant pu être indiqués dans nos premiers dessins.

L'autre extrémité de chaque bielle à fourche, est munie de coussinets qui embrassent le tourillon *c* de chacune des roues motrices G; cette construction est aussi celle adoptée dans les machines du Nord, la tête de bielle a la forme indiquée sur les détails (fig. 6 et 7).

Les roues motrices G ont deux mètres de diamètre, et chacune dix-huit bras en fer d'angle, avec moyeux en fonte, et double cercle en fer. Les premières roues faites avec une seule bande rapportée directement sur le cintre des bras, n'ont pas présenté la solidité désirable, et ont dû être abandonnées: la bande étant très-épaisse, à cause de l'usure, fait fléchir le cintre. On donne, au reste, aujourd'hui, la préférence au système à rayons en fer plat, forgés avec un premier cercle, sur lequel on rapporte la bande à rebord.

Les quatre petites roues G^1 et G^2, sont construites comme les précédentes, à l'exception que celles du milieu sont sans rebord; la distance qui existe entre les dernières G^2 et les roues motrices est considérable, elle n'est pas moins de 3^m 61, et comme le foyer et une partie de la boite à fumée sont en dehors de leurs essieux, on compte que la longueur de la machine, à l'extérieur des traverses qui relient les longrines, est de 6^m 80, sans les tampons.

Tous les essieux sont droits, celui H, qui porte les roues motrices, a 0m 152 de diamètre au milieu, et 0m 156 à la fusée; leurs coussinets en bronze *d* sont ajustés entre des coulisseaux en fer *e* (tels que ceux détaillés fig. 8 et 9); placés eux-mêmes dans les fourches des longrines B, ils reçoivent directement la pression des ressorts de suspension I, par les tiges verticales *f* qui se prolongent au-dessus. Les essieux H' des autres roues ont 0m 137 de diamètre, leurs coussinets sont exécutés comme les autres, mais plus petits en proportion.

Les tiroirs de distribution *g* sont placés verticalement et marchent comme les pistons, dans une direction horizontale; leur course entière est de 0m 111; ils sont réglés avec une avance à l'échappement de 0m 0274, et une avance de contre-vapeur de 0m 005, par conséquent l'avance totale est de 0m 032. Les tiges horizontales *h*, qui les font mouvoir, sont, comme dans les systèmes décrits, attachées aux secteurs à coulisse et qui communiquent aux excentriques K, et K′, par les tirants et leurs colliers L, L′. Ces excentriques sont calés sur l'arbre des roues motrices, de manière à avoir un angle de 5° 25′, correspondant à l'avance à contre-vapeur, et un angle de 27° 35′ correspondant au recouvrement extérieur des tiroirs. Les lumières ou conduits de vapeur *i* ont 0m 062 de largeur sur 0m 254 de longueur; entièrement ouvertes à la sortie, ces lumières présentent une section de 157cq, mais à l'introduction ils ne présentent que la moitié, ou 78cq 75.

On se rappelle comment, au moyen de la grande manette M, qui est placée à la disposition du mécanicien, celui-ci peut changer la position des secteurs à coulisses, et par suite varier le degré de détente. Ces secteurs se relient par les liens *j* et les leviers à contrepoids *l*, à l'axe horizontal *m*; or cet axe est prolongé d'un bout, pour recevoir le levier *n*, qui est en communication avec la manette par la longue tringle N; par conséquent en poussant celle-ci à gauche ou à droite, le conducteur lève ou baisse les secteurs, et il change par suite la course des tiroirs; il peut même renverser le mouvement complétement pour *battre en arrière*. La chaudière, dont nous n'avons indiqué que le foyer O en coupe horizontale (fig. 2), et un fragment de plan de l'autre extrémité P, n'est pas exactement cylindrique, comme dans la plupart de celles construites jusqu'ici; sa section est une ellipse, dont le grand axe vertical est de 1m 048, et le petit axe horizontal de 0m 980; sa longueur comprise entre le foyer et la boîte à fumée est de 4m 104, celle-ci a 0m 760 de longueur sur 1m 160 de large, tandis que la boîte à feu a extérieurement 1m 168 sur 1m 104. Le nombre des tubes contenus dans la chaudière est de 115, de chacun 0m 051 de diamètre intérieur, et 0m 055 de diamètre extérieur, ce qui donne un diamètre moyen de 0m 053.

La surface de chauffe directe du foyer est de.	5mq 0632
Celle des tubes, calculée sur le diamètre moyen, de	80 4769
Par conséquent la surface totale est de.	85mq 5401

La surface de la grille est de. 0m.q.8736
Et la section de la cheminée de. 0m.q.0973

Ainsi le rapport entre cette section et la surface de la grille est égal à 11/100.

La vapeur arrive de la chaudière par le tuyau T, qui conduit aux deux boîtes de distribution S; elle en sort par le tuyau T′, qui l'amène à la cheminée U par l'intérieur de la boîte à feu.

Les pompes alimentaires Q sont placées au-dessous de la chaudière, et communiquent avec elle par les tubes recourbés p, et avec le réservoir du tender par les tubes allongés p', disposés avec des raccords mobiles. Les pistons de ces pompes sont attachés par articulation aux tirants q, qui sont reliés aux colliers d'excentriques R, placés sur l'essieu des roues motrices et indépendants, comme nous l'avons dit, de ceux qui font marcher les tiroirs de distribution. Le diamètre de ces pistons est de 0m 114, et leur course de 0m 101, par conséquent le volume qu'ils engendrent chacun, par coup ou par révolution de l'arbre, est d'environ un litre. Lorsque la vitesse de la machine est de 25 kilomètres à l'heure, soit 6m 93 par seconde (ou près de 7 mètres), la vitesse de ces pistons est de 0m 223 par seconde, tandis que celle des pistons à vapeur est environ six fois plus grande, ou 1m 34 par heure.

On voit sur les fig. 10 et 11 les détails de l'une des boîtes à ressort d^2 qui n'ont été qu'indiquées sur les dessins de la locomotive du Nord publiée (tome 5). Ces boîtes sont mises en communication avec les soupapes de sûreté et montrent la pression de la vapeur dans la chaudière. A cet effet, elles contiennent un ressort à boudin s, qui est relié par sa partie inférieure au fond de la boîte, et par sa partie supérieure avec la tige f^2. Cette tige est filetée et sort par le haut pour s'adapter par un écrou g^2 à l'extrémité du levier qui presse sur la soupape. Un index u attaché à une platine intérieure qui fait corps avec la tige, et par suite avec le ressort, indique, par la position qu'il occupe, le degré de tension de la vapeur, au moyen des divisions graduées sur la face extérieure de la boîte.

Comme c'est le système de Crampton qui paraît aujourd'hui devoir être adopté pour les locomotives à grande vitesse, nous nous proposons de les faire connaître avec détails dans le septième volume de ce Recueil. L'auteur s'est entendu avec plusieurs constructeurs français et des compagnies de chemins de fer, pour en faire l'application, moyennant une prime de 100 livres (2,500 fr.) par machine. Si l'inventeur eût été Français, nous doutons beaucoup qu'il eût eu la chance d'être aussi bien rétribué.

TENDER

OU

WAGON D'APPROVISIONNEMENT DES LOCOMOTIVES

EN ACTIVITÉ SUR LE CHEMIN DE FER DU NORD,

Construit sur les plans des Ingénieurs du matériel,

Par M. FARCOT, Ingénieur-Mécanicien.

A SAINT-OUEN PRÈS PARIS.

(PLANCHE 29.)

Les tenders, sur les chemins de fer, sont des appareils indispensables qui accompagnent constamment les machines locomotives ; portant l'eau et le combustible pour alimenter celles-ci, ils sont nécessairement placés à leur suite et s'y relient par une forte tige rigide et par des chaînes de sûreté.

A mesure que la puissance des locomotives a été augmentée, on a dû évidemment aussi augmenter les dimensions des tenders, afin qu'ils pussent contenir à la fois plus d'eau et de charbon pour l'approvisionnement.

Ces wagons sont aujourd'hui complétement en fer, en tôle et en fonte. En origine, on en a fait dont la caisse et le bâtis étaient en bois, mais ils ne tardèrent pas à être abandonnés. Ils sont simplement montés sur quatre roues d'égal diamètre ; néanmoins quelques-uns, d'une très-grande dimension, comme ceux des locomotives puissantes, destinées à des services mixtes, sur le chemin de fer de Lyon, sont montés sur six roues, et présentent alors un volume notablement plus considérable. Mais pour les locomotives à voyageurs, qui doivent marcher à la vitesse moyenne de 8 à 10 lieues à l'heure, ou pour celles à marchandises à petite vitesse, les tenders à quatre roues sont suffisants : tels sont ceux en usage sur les chemins du Nord, d'Orléans, de Rouen, etc.

Ayant publié avec quelques détails le système de locomotive employé sur toute la ligne du Nord, nous avons pensé qu'il serait utile de faire connaître le genre de tender qui s'y trouve appliqué, afin de compléter le sujet. Ces appareils présentent d'ailleurs de l'intérêt par leurs dispositions mécaniques autant que par leur construction. Ils sont toujours munis de freins très-énergiques, à la disposition du mécanicien conducteur de la locomotive, pour ralentir ou arrêter, au besoin, sa marche et celle de tout

le convoi qu'elle entraîne. Ils reçoivent aussi, à chaque bout, des tampons élastiques qui permettent d'amortir les chocs et d'éviter par suite des ruptures ou des accidents plus ou moins graves.

Plusieurs mécaniciens connus, comme M. Farcot à Saint-Ouen, MM. Derosne et Cail à Chaillot, se sont occupés de la construction de ces tenders, et les établissent à des prix très-bas qui rivalisent certainement avec ceux des fabricants anglais.

Les figures de la pl. 29 représentent au 1/25e d'exécution les différentes vues principales d'un de ces tenders.

La première en est une élévation latérale, comprenant l'appareil complet, c'est-à-dire la caisse, le train, le mécanisme et les roues.

La fig. 2 représente, d'un côté, la vue en dessus de la caisse, et de l'autre, le plan du châssis et du mécanisme, la caisse étant supposée enlevée.

La fig. 3 est une section verticale et transversale faite suivant la ligne 1-2.

Et la fig. 4 montre, d'une part, une vue par bout, du côté qui communique avec la locomotive, puis de l'autre une coupe verticale faite parallèlement suivant la ligne 3-4.

Caisse a eau et a charbon. Le tender devant contenir la quantité d'eau et de combustible nécessaire pour un trajet déterminé, porte une caisse en tôle A, qui a la forme d'une sorte de fer à cheval, contenant l'eau et laissant dans l'espace vide, au milieu, la capacité propre à recevoir le coke. Le fond de cette caisse est composé de feuilles de tôle *a* de 6 à 7 millimètres d'épaisseur, rivées à des équerres en fer *b*, et les côtés latéraux *c* et *d*, qui descendent jusqu'à ce fond, pour se river aux mêmes équerres, ont environ 4 millimètres, tandis que les dessus n'ont pas plus de 3 millimètres. Toutes les feuilles dont se composent cette caisse sont reliées entre elles par des plates-bandes ou des équerres en fer, logées intérieurement, de manière à ne laisser apparentes au dehors que les têtes de rivets, afin de présenter la plus grande netteté. Tout le contour supérieur est couronné à l'extérieur d'une plate-bande saillante *e*, surmontée d'un rebord arrondi en fer, qui se prolonge en avant, comme pour former rampe ou main courante; ce prolongement est alors supporté par les tiges en fer *f*.

Aux angles de la caisse, à l'extrémité postérieure, sont rapportés, en dedans, deux paniers coniques ou entonnoirs métalliques B, percés de petits trous, comme une écumoire, afin de filtrer préalablement l'eau que l'on introduit par ces paniers dans la caisse. Ceux-ci sont surmontés chacun d'une tubulure quarrée en tôle, rivée sur cette dernière et fermée par un couvercle à charnière C, que l'on peut ouvrir à volonté par la poignée *g*, dont il est armé à son centre.

On sait que pour emplir la caisse du tender, on emploie des grues hydrauliques disposées près des stations, et communiquant à des grands réservoirs supérieurs; on fait tourner la branche mobile de ces grues,

pour la présenter directement au-dessus de l'un ou de l'autre des deux entonnoirs B, suivant le sens dans lequel se trouve le convoi.

La sortie de l'eau du wagon pour se rendre à la locomotive se fait de 'extrémité opposée à l'introduction. Ainsi à l'avant sont placés deux clapets ou soupapes coniques semblables à celles D (fig. 5), qui ferment les tubulures en fonte E, appliquées au-dessous de la caisse, et assemblées avec les tuyaux en cuivre recourbés F. Une tige verticale *h*, adaptée à charnière, sur chaque soupape, s'élève jusqu'au-dessus de la caisse, où elle se termine par une partie filetée, afin de recevoir une manivelle à écrou *i*, que le chauffeur tourne à droite ou à gauche pour ouvrir ou fermer la communication. Les tuyaux F se prolongent horizontalement et s'assemblent avec les tubes à joint mobile et à articulation qui se rendent à la locomotive, afin d'y conduire l'eau d'alimentation. Des supports en fer G soutiennent ces tuyaux, en les reliant au châssis ou au train du tender; des brides suspendues aux crochets *g'*, dont les tiges sont renfermées dans des boîtes à ressorts, supportent les tubes, mais en les laissant libres de céder au jeu produit par les différences de niveau, ou par les courbes de la voie ferrée.

Deux coffres en tôle H, contenant les clés et autres instruments nécessaires au mécanicien, se placent au-dessus de la caisse, un peu au delà des manivelles à écrou *i*, pour être à sa disposition. Des équerres en fer *j* les retiennent avec des vis de pression sur la caisse. Deux autres coffres analogues H' sont aussi placés sur le devant, de chaque côté du tender, et fixés sur le plancher.

Tout le combustible dont le tender est chargé se trouve compris entre la partie *kl* de la caisse, et les portes transversales en tôle I, qui sont rapportées en avant, pour empêcher que les morceaux de coke n'encombrent le plancher sur lequel se place le machiniste. Ces portes sont mobiles, pivotant autour d'une tige verticale servant de charnière, et elles sont retenues dans la position fermée par des chaînes *m*; comme elles ne descendent pas jusqu'au plancher, elles laissent un espace suffisant pour le passage du combustible et par conséquent pour permettre au chauffeur de prendre des pelletées de coke toutes les fois qu'il le juge nécessaire.

Chassis et train du tender. Toute la caisse repose sur un fort châssis, composé, sur chaque côté, de deux rangées de tôle épaisse J, qui n'ont pas moins de 0^m 24 de largeur verticale; elles ont même plus, en avant du tender. Ces tôles longitudinales sont reliées, de distance en distance, par d'autres transversales J' de même largeur et de même épaisseur pour former une sorte de grille à jours. Des fers d'angle suivent tout le contour de ces diverses plates-bandes, afin de les river avec le fond de la caisse.

Un trottoir latéral K, qui forme le prolongement du plancher sur chaque côté extérieur de l'appareil, sert au chauffeur pour se promener autour de celui-ci, en se tenant à la main courante. Sur le devant du tender, le plancher se relève et se termine par une partie mobile *n*, qui est égale-

ment en tôle, assemblée avec les bords par des charnières. Cette partie se trouve exactement à la hauteur du plancher de la locomotive, pour se raccorder avec lui, et permettre au mécanicien, comme au chauffeur, de passer indifféremment et sans crainte de l'un à l'autre.

De chaque côté des longrines latérales J sont rapportées les brides ou fourchettes en tôle L, entre les branches desquelles se logent les coussinets des deux essieux; ces fourchettes y sont fixées par deux rangs de rivets, et pour plus de solidité, se relient entre elles par des tirants en fer *o*.

Les essieux sont des axes en fer corroyé M, renflés vers les parties qui reçoivent les roues, et diminués vers le milieu où ils ne portent rien, mais plus particulièrement aux tourillons qui n'ont pas plus de 0^m08 de diamètre sur 0^m15 de longueur. Les deux paires de roues N, montées sur ces essieux, sont exactement construites comme celles des dernières locomotives, que nous avons publiées, avec des bras en fer d'angles recourbés, enveloppés d'un cercle à rebord, et concourant à un moyeu en fonte; ces roues sont toutes égales de diamètre, et légèrement coniques à l'extérieur pour passer facilement les courbes; elles sont fixes sur leurs axes, comme, en général, toutes les roues des wagons, dans les chemins de fer; tandis que, comme on le sait, dans les voitures qui marchent sur des routes ordinaires, les roues sont entièrement libres sur leurs essieux.

Les coussinets qui embrassent les tourillons de chaque essieu, se composent d'une boîte en fonte O, à joues latérales, ajusté entre les branches des fourches L, et d'une demi-coquille en bronze, au-dessus de laquelle est ménagé un réservoir à graisse, recouvert d'un chapeau en tôle, qu'on relève à volonté. Sur chacun de ces coussinets presse un fort ressort P, composé de plusieurs lames d'acier superposées, embrassées au milieu par des brides étroites et assemblées à charnière par les extrémités, avec des menottes *p* (fig. 1) qui relient ces ressorts aux boulons des chapes en fer *q*; celles-ci sont rivées aux côtés du grand châssis J; de sorte que tout le système de la caisse porté par ce dernier, se trouve ainsi suspendu sur quatre forts ressorts semblables à lames d'acier, sur lesquels toute la charge se répartit également.

Attaches. Le tender se relie par l'avant à la locomotive, d'une part, au moyen de la forte barre rigide Q en fer corroyé, et des deux chaînes de sûreté *r*, que l'on agrafe au-dessous du plancher de la machine; et en outre, au moyen des embases ou tampons R que l'on fait adhérer, plus ou moins fortement, contre la traverse de celle-ci. Pour cela ces petits tampons qui font corps avec les tiges horizontales r', en fer rond et quarré, sont constamment poussés par un fort ressort à lames S adapté au-dessous du fond de la caisse (fig. 2). Or un axe horizontal *s*, situé en avant de celui-ci, porte d'un bout un secteur denté s' (fig. 6) avec lequel engrène une vis sans fin *t*, et en outre deux petites manivelles s^2, terminées par un goujon qui les relie avec les deux tringles r'; par conséquent, en faisant mouvoir le secteur dans le sens convenable, on bande plus ou moins le

ressort, et on augmente ou on diminue l'adhésion des tampons avec la traverse de la locomotive. Le machiniste peut aisément effectuer ce mouvement du haut du tender, parce que l'axe t' de la vis sans fin se prolonge jusqu'à la partie supérieure et se termine par une manivelle ou poignée T qu'il manœuvre aisément à la main.

Dans les nouveaux tenders que l'on construit pour le chemin de fer de Paris à Lyon, on a remplacé le grand ressort métallique S, par des ressorts en caoutchouc vulcanisé, disposés comme l'indique la coupe détaillée fig. 7. Chaque tampon se compose d'une douille creuse R′, légèrement bombée par le bout, et contenant à l'intérieur un certain nombre de rondelles en caoutchouc, séparées les unes des autres par autant de disques en fer mince, qui les retiennent chacune dans l'axe de la douille, et sont eux-mêmes supportés et guidés par une tige centrale r^2. Un long piston S′ en fonte, terminé par des pointes en acier et à embase, pénètre à l'entrée de cette douille pour presser sur les rondelles au degré voulu. Ce piston est renfermé dans une boîte en fonte à nervures S^1, boulonnée avec les fonds en tôle du châssis qui porte la caisse du tender; elle lui sert de guide, ainsi qu'à la douille, et en même temps, elle porte l'axe transversal s, sur lequel est ménagé un excentrique circulaire t, qui agit contre l'extrémité du piston. Il en existe un semblable, en regard de chacun des deux tampons; et à l'un des bouts de l'axe qui porte l'excentrique est une roue dentée, mise, comme dans le système précédent, à la disposition du mécanicien par un arbre vertical à manivelle. On comprend encore que lorsqu'il fait tourner celle-ci dans le sens convenable, il force les excentriques à repousser les pistons et par suite il comprime les rondelles, et augmente alors l'adhérence des tampons avec la traverse de la locomotive.

Ces rondelles en caoutchouc vulcanisé ou soufré, employées comme ressorts, paraissent d'une application fort heureuse dans les chemins de fer; des différences très-notables dans les degrés de chaleur ou de froid n'influent pas sensiblement sur la nature de cette substance, qui conserve sa grande élasticité, il en résulte qu'on en obtient de très-bons effets; on en a appliqué, comme tampons, depuis dix-huit mois à des wagons au chemin de fer de Saint-Germain, et l'on en est jusqu'ici très-satisfait. Il est à regretter qu'on ne soit pas encore parvenu à fabriquer ces rondelles avec une grande économie, de manière à permettre de les livrer à un prix bien moins élevé; on nous a parlé de 15 à 16 fr. le kilog., c'est évidemment beaucoup trop cher.

Pour relier le tender avec le premier wagon qui forme la tête du convoi, et qui est ordinairement une voiture de bagages, on emploie généralement le système d'attache à vis et à double manivelle, qui est appliqué indifféremment pour tous les wagons. Ce système consiste en un fort crochet u (fig. 1 et 2), sur lequel s'agrafe l'une des deux doubles tiges recourbées v v', qui comprennent chacune, à leur partie inférieure, un écrou fileté, autour duquel elles peuvent librement pivoter; une vis droite x dont une

partie est filetée à droite, et l'autre à gauche, traverse les deux écrous, de manière à les rapprocher ou à les écarter à la fois, lorsqu'on les fait tourner dans un sens ou dans l'autre par la manivelle à boule *y*, qui tend constamment à rester dans sa position verticale. Par cette disposition, on voit que si l'on agrafe la première tige *v* au crochet qui est en tête du premier wagon, et qu'on laisse l'autre *v'*, agrafée à celui *u* du tender, ces tiges et la vis deviendront à très-peu près sur la même ligne horizontale, et si on veut rapprocher les deux véhicules l'un de l'autre, il suffit de tourner la manivelle *y* dans le sens convenable, ce qui se fait de manière que leurs tampons se mettent en contact. Des chaînes de sûreté *z*, placées de chaque côté du crochet central, complètent le système d'attache; elles sont nécessairement formées de maillons plus faibles que les tiges de l'attache principale, et ne sont jamais fortement tendues.

Les tampons de choc, par lesquels le tender est mis en contact avec le wagon qui le suit, se composent de deux disques en bois U, garnis d'un fort cuir, appliqués contre l'embase des longues tiges horizontales U', qui se prolongent sous la caisse, pour recevoir la pression d'un grand et fort ressort métallique V, formé d'un grand nombre de lames d'acier trempé. Ce ressort est traversé à son centre par la tringle prolongée *u'* qui est solidaire avec le crochet *u*, et qui est maintenue par les brides *a'*; de même les tiges sont guidées dans leur marche rectiligne par les douilles *b'* et b^2, qui font corps avec le train du tender. On arrive ainsi à une réunion solide et complète, entre les wagons, et à atténuer considérablement les chocs transmis de l'un à l'autre, par la locomotive, dans le cas d'un arrêt brusque ou de la rencontre d'un obstacle imprévu.

FREIN DE SURETÉ. Le tender est toujours accompagné d'un frein énergique, qui permet au conducteur de ralentir notablement la marche du convoi, et même de l'arrêter assez rapidement lorsqu'il le juge nécessaire, ou lorsqu'il prévoit un danger. Dans les premiers appareils qui ont été construits, le frein était disposé pour n'agir que d'un côté, sur deux roues seulement, mais on a reconnu que cette disposition était vicieuse et fatiguait le wagon. On a jugé utile, depuis plusieurs années, de mettre un frein agissant sur les quatre roues à la fois, tout étant manœuvré par une seule manivelle.

Ainsi, contre la circonférence de chacune des roues N on place un sabot en bois X, présentant une face concentrique à celles-ci, et solidaire avec une boîte en fonte X', à laquelle on peut imprimer un léger mouvement, comme nous allons le faire voir. Cette boîte sert de guide au sabot, et peut à cet effet glisser sur la barre latérale en fer méplat Y, qui se relie avec les fourchettes opposées L; une oreille *c'* est ménagée par derrière afin de relier l'un des sabots avec la courte bielle *d'*, et celui opposé avec une bielle semblable *e'*: la première se joint par articulation au bout inférieur d'un court levier, qui fait corps avec l'arbre transversal *g'*, et la seconde se lie avec un autre semblable, mais situé en dessus et solidaire avec

l'arbre g^2 parallèle au précédent. Ces deux courts leviers, en regard l'un de l'autre, comme l'indiquent les fig. 1 et 2, se répètent du côté opposé, où ils ne sont pas apparents sur le dessin ; ils sont accompagnés d'autres plus longs f' et f^2 (fig. 8 et 9) qui sont également forgés avec leurs axes, et qui se réunissent par les liens i' et i^2 aux deux extrémités d'un très-court balancier j', au milieu duquel est attachée à charnière la longue tringle méplate l'. Cette dernière est dentée, vers l'autre extrémité, en forme de crémaillère, pour engrener avec un petit pignon droit surmonté d'une roue horizontale m' à denture ordinaire ; un second pignon rapporté au bas de l'axe vertical n', qui s'élève au-dessus du plancher, parallèlement au premier, commande cette roue et par suite la crémaillère, lorsqu'on fait tourner cet axe à l'aide de la manivelle o' qui le termine. Ainsi il suffit au machiniste, pour rapprocher à la fois les quatre sabots contre les roues, de s'appliquer à cette manivelle pour tirer la tringle à crémaillère de gauche à droite, il fait alors osciller les deux axes g' et g^2, et par suite les deux premiers sabots se mettent en contact avec les roues de derrière, comme aussi les deux autres avec les roues de devant. Cette manœuvre peut se faire avec facilité, et sans exiger une grande puissance. Une roue à rochet o^2, avec son cliquet, est appliquée sur l'axe vertical n', pour retenir le système dans la position qu'on veut lui donner.

Le prix d'un tender analogue à celui que nous venons de décrire, y compris la peinture, est de 9,100 fr. ; cette dernière opération figure, sur le marché, pour une somme de 100 fr.

PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS DANS LES MACHINES A VAPEUR,

PAR M. REMOND, INGÉNIEUR A BIRMINGHAM.

Parmi les progrès et inventions utiles qui se succèdent tous les jours, un des points les plus importants pour la puissance motrice et l'économie industrielle restait à résoudre ; nous voulons parler de la résistance ou compression produite par la vapeur même sous le piston de toutes machines à vapeur fixes ou mobiles.

Cette compression a toujours été considérable dans les meilleurs systèmes connus ; en l'évitant, c'est donner à l'industrie la même somme de puissance et, par conséquent, économiser une quantité très-grande de combustible.

Tous les systèmes de tiroirs à vapeur ont échoué devant cette résistance, et devaient naturellement échouer, parce que les tiroirs de tous les systèmes n'ont pu empêcher la pression résistante absolue, éprouvée par le piston pendant la période d'émission de la vapeur, et un nombre infini d'expériences, par de savants ingénieurs, ont prouvé à l'aide de l'indicateur, dernièrement encore, que la perte produite par la résistance derrière le piston, s'élève, en moyenne, à 42 p. 100 pour les machines à haute pression et à grande vitesse, telles que les locomotives.

Par le système que nous allons détailler, on donne à la sortie de la vapeur une ouverture trois ou quatre fois plus grande qu'à son entrée, et on peut laisser à

volonté cette sortie toute grande ouverte pendant presque toute la course du piston : il en résulte qu'il n'y a pour ainsi dire aucune compression possible.

Dans ce système, on évite la pression résistante absolue éprouvée par le piston pendant la période d'émission ; un des grands avantages de ce perfectionnement est l'accroissement de la vélocité du piston, qui n'a presque plus de résistance, vu la facilité donnée à la vapeur pour s'échapper, obstacle qui jusqu'à présent a été la principale objection pour obtenir de grandes vitesses dans les locomotives, à moins d'augmenter considérablement la dépense pour y parvenir.

A la simplicité et à l'excellence de ce système, il faut ajouter cet immense avantage qu'il est d'une application facile, même pour les machines en activité, qu'il peut se faire à peu de frais, et qu'il ne demande que peu de temps pour en opérer les changements.

Tous les ingénieurs ont jusqu'à présent porté leur attention sur le passage d'émission dans l'atmosphère, et se sont contentés d'en augmenter la dimension ; mais avant d'arriver à ce passage la vapeur est comprimée dans le passage à la sortie des cylindres.

Il est vrai que pour parer à cet inconvénient bien connu, on donne de l'avance à la sortie ; mais cette avance est une vapeur en pure perte; le piston n'étant pas à la fin de sa course, n'est poussé en avant que par le mouvement acquis, et si cette avance n'est pas donnée, que les tiroirs n'aient pas de recouvrement, et qu'ils viennent fermer l'admission avant la fin de la course du piston, ils referment en même temps la sortie de celle qui avait fait son effet; il y a alors compression, et dans les machines à grande vitesse, cette compression est près de 50 p. 100, et en moyenne 40 à 42 p. 100.

Pour obvier à tous ces inconvénients, M. Rémond emploie pour le jeu de la machine deux tiroirs absolument indépendants l'un de l'autre, de manière que l'un d'eux admettant la vapeur en un point qu'on lui assigne, la laisse ensuite échapper, après son effet, par une ouverture aussi grande que l'on désire, tandis que l'autre tiroir jouant à son tour le même rôle, à chaque révolution, il obtient indubitablement une distribution de vapeur aussi exacte et aussi utile qu'on peut le désirer. M. Rémond rend ses tiroirs indépendants l'un de l'autre, quoiqu'ayant une même origine d'action et de mouvement qui leur impose alternativement les fonctions doubles d'admission et d'émission de la vapeur.

Pour donner le mouvement aux tiroirs indépendants, il emploie une double poulie héliçoïde ; les chemins qui y sont tracés, font monter, arrêter et descendre les tiroirs aux points fixés d'avance à l'aide de tiges convenables, avec une régularité et une précision que l'on ne pourrait obtenir avec l'excentrique, quoique ce dernier puisse être employé au jeu de ces mêmes tiroirs indépendants.

APPAREIL A PLOMBER LES COLIS

EN DOUANE,

Par M. L. THÉMAR, Ingénieur-Mécanicien à Turin.

(PLANCHE 30.)



On sait généralement que tous les ballots ou colis confiés à l'administration des douanes, soit par les bureaux des messageries, soit directement par les maisons de commerce et les particuliers, doivent être poinçonnés et *plombés;* cette mesure, qui a pour objet d'empêcher l'ouverture desdits colis pendant le voyage, s'est effectuée jusqu'à présent par une espèce de tenaille assez difficile à manœuvrer et d'un poids trop considérable, si l'on remarque qu'il faut tenir l'instrument suspendu, souvent à bout de bras et toujours dégagé de point d'appui. M. Thémar, ingénieur-mécanicien à Turin, à qui l'on doit l'importante machine établie pour percer la voie souterraine du Mont-Cenis, s'est préoccupé de ces divers inconvénients et vient d'imaginer un instrument qui se recommande à la fois par sa légèreté, la modicité de son prix et sa manœuvre facile.

Nous l'avons représenté sous divers aspects, pl. 30, ainsi que les timbres ou plombs qui terminent les ligaments des ballots.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DE M. THÉMAR,

REPRÉSENTÉ SUR LES FIG. 7 A 15, PL. 30.

Cet appareil, soumis en 1847 à l'appréciation de l'inspecteur des douanes à Paris, servit, comme essai, pendant quelques jours à l'entrepôt central. Son principe repose sur la pression simultanée de matrices en acier agissant dans tous les sens sur le plomb à poinçonner. Cette pression s'effectue à la main à peu près de la même manière que la manœuvre des tenailles ordinaires et avec le secours d'un excentrique circulaire aciéré formant le prolongement d'une des branches ou des leviers de l'instrument.

La fig. 7 le représente tout monté, en coupe verticale faite suivant la ligne 1-2.

La fig. 8 représente l'élévation d'un fragment principal : celui dans lequel s'introduit le plomb à frapper.

Et la fig. 9 la vue par bout du côté de ce même fragment.

Ces diverses figures sont dessinées à l'échelle de 1/3 d'exécution.

On peut remarquer que l'instrument se compose de deux leviers arrondis en fer AA'', assemblés autour d'une forte cheville en acier *a* qui leur sert de charnière, et garnis à leur extrémité de poignées *s s'* qui permettent de les manœuvrer comme les tenailles d'un forgeron. Le premier de ces leviers, celui A, reçoit à la partie supérieure un chapeau B, dans lequel se loge la première matrice servant à poinçonner une des faces du plomb, à moins qn'on ne burine le chapeau même suivant l'empreinte que l'on veut obtenir. Ce dernier moyen nous semble le plus simple en ce qu'il évite un assemblage d'autant plus difficile que la matrice doit coïncider parfaitement avec celle qui lui est opposée. Le chapeau B, peut osciller autour du goujon *b* pour permettre l'introduction du plomb *p*, qu'on engage dans les bagues ou matrices F, et qu'on y retient en faisant décrire, à l'étrier C, un arc de cercle autour du point *a* pour le ramener dans la position indiquée fig. 7 et en ponctué fig. 8. Une vis de pression D, qu'on manœuvre au moyen de la clé d'étau E, ajustée dans la fourchette *d'*, sert à obtenir le degré de pression convenable, tout en resserrant les matrices annulaires qui gravent le cordon ou contour de la marque ; elles sont représentées en détails fig. 10.

Le deuxième levier A' a son extrémité terminée exactement comme un excentrique circulaire, pour permettre d'agir simultanément et avec une grande surface de contact sur la colonne G, enclavée à frottement doux dans le noyau L, et portant la gravure de la seconde face de la marque. Cette action a lieu ici d'une façon toute particulière, combinée pour dépenser le moins de force possible, ne pas détériorer l'instrument et en obtenir néanmoins les meilleurs résultats. A cet effet l'espèce de colonne ou d'enclume G (fig. 11), reçoit à sa partie inférieure une boule ou sphère d'acier *c* (fig. 12), qui, libre dans la cavité qui lui est ménagée, porte néanmoins une espèce de queue *e*, de la même largeur que la partie excentrée du levier A', sur laquelle elle repose constamment. Il est facile de se rendre compte maintenant que la manœuvre des deux leviers A A' et par suite l'ascension de la colonne G, et l'impression des plombs, se feront sans secousses, avec un effort extrêmement minime et graduellement soutenu.

MANOEUVRE DE L'APPAREIL.

Les plombs à marquer sont fondus préalablement en grande quantité dans un moule en bronze qui leur donne la forme indiquée par les deux coupes fig. 13 et 14. Les deux bouts de la cordelette *i*, qui enveloppe les colis sont passés alternativement autour de la partie pleine *n* de la marque *p*, qui dans cet état est apte à recevoir l'empreinte de l'administration. On l'introduit donc dans l'ouverture *d* (fig. 8), on rabat le chapeau B, qui l'y maintient fixe, en rapprochant les matrices annulaires F qui poinçonnent le contour : ce rapprochement est d'autant plus facile que l'extérieur de celles-ci est tourné suivant une forme sensiblement conique qui les rap-

proche de plus en plus à mesure que le chapeau s'abaisse à sa position normale. On comprime alors le tout au moyen de l'étrier C et de la vis dont il est muni, et comme le refoulement de la matière n'a pu être effectué jusqu'à ce moment, on fait monter l'enclume G, en ouvrant les deux leviers, jusqu'à ce que l'excentrique ayant dépassé son point de contact le plus élevé, exige un effort de plus en plus minime. C'est à ce signe que l'ouvrier est averti non-seulement que l'opération est terminée, mais encore qu'elle l'est à son dernier degré de perfection. Dans les appareils en usage jusqu'à présent, la construction est telle que rien ne limite la fin de l'opération, de sorte qu'on ne l'arrête que lorsqu'on présume que l'empreinte est suffisamment formée, ce qui donne des produits évidemment variables.

Les avantages d'un tel instrument sont nombreux; ils se résument ainsi : facilité de manœuvre, légèreté, pression graduelle permettant d'opérer le refoulement de la matière sans écrasement subit, bon marché. (L'appareil prêt à fonctionner ne revient qu'à 100 francs.)

NOUVEL ÉCLAIRAGE AU GAZ HYDROGÈNE,

Par M. Gillard.

En attendant que la lumière électrique remplace les autres modes d'éclairage en usage jusqu'ici, nous devons mentionner un nouveau système qui est destiné à se substituer avec avantage au gaz-light; nous voulons parler de l'éclairage par l'hydrogène pur mêlé à un courant d'air et brûlant sur des becs de platine.

Ce système, dû à M Gillard qui a pris un brevet d'invention de quinze ans, le 5 décembre 1845, consiste à produire, d'une part, du gaz hydrogène, au moyen d'un courant de vapeur passant sur des chaînes ou autres morceaux de fer renfermés dans des cornues verticales, chauffées extérieurement jusqu'au rouge cerise, et d'un autre côté, de l'oxide de carbone, par la combustion même de la houille brûlée autour des cornues, et envoyé ensuite dans celle-ci, pour désoxider le fer, en formant de l'acide carbonique.

De cette sorte le même fer sert fort longtemps pour la production du gaz hydrogène, l'oxidation le détruisant très-lentement. Ce gaz est obtenu à un prix extrêmement bas, d'autant plus que les autres produits de la combustion sont envoyés dans la chaudière même qui engendre la vapeur; mélangé avec deux fois son volume d'air il brûle parfaitement par des becs de platine, d'une disposition toute particulière.

L'auteur applique aussi l'hydrogène brûlé avec un mélange d'air pour le chauffage des appartements et autres.

Une fabrique de gaz a commencé à s'élever à Paris, sur ce nouveau procédé; nous espérons qu'elle se continuera et que nous pourrons en donner plus de détails.

INDICATEUR-TOTALISATEUR

DU TRAVAIL DÉVELOPPÉ PAR LA VAPEUR, L'AIR OU AUTRES GAZ

DANS LE CYLINDRE D'UNE MACHINE MOTRICE,

CONSTRUIT ET APPLIQUÉ AUX POMPES PNEUMATIQUES

DU CHEMIN DE FER ATMOSPHÉRIQUE DE SAINT-GERMAIN,

Par M. PAUL GARNIER,

Mécanicien-Horloger, à Paris.

(PLANCHE 30.)



Nous avons donné, dans la 10ᵉ livraison du 3ᵉ volume de cet ouvrage, la description de divers indicateurs de pression ou dynamomètres et nous avons fait voir de quelle utilité et de quelle importance ils étaient dans l'industrie. Les différents systèmes que nous avons mentionnés n'ayant pour but que l'examen particulier d'une cylindrée de vapeur ou d'une période d'opérations déterminée, nous avons voulu compléter cet important sujet par la description de l'Indicateur-totalisateur de M. Paul Garnier, qui constate, ainsi que l'indique son nom, le travail totalisé d'une machine pendant un certain espace de temps. Nous ne reviendrons pas sur les avantages, généralement appréciés, maintenant, de ces instruments, nous dirons seulement que celui que nous allons décrire se recommande autant par les résultats qu'il fournit que par la perfection avec laquelle il est exécuté. Appliqué à l'une des pompes pneumatiques du chemin de fer atmosphérique de Saint-Germain, il permet de constater à chaque instant la quantité d'air extraite de ces pompes; il pourrait indifféremment s'adapter aux machines à vapeur à haute ou à basse pression. Dans ce cas, il suffirait de changer le ressort principal dont la compression sert d'échelle indicatrice, pour en substituer un autre en harmonie avec la condition de la machine qu'on expérimente : ces ressorts sont tout préparés et accompagnent chaque livraison d'un nouvel instrument.

DESCRIPTION DE L'INDICATEUR-TOTALISATEUR DE M. GARNIER,

REPRÉSENTÉ FIG. 1 A 6, PL. 30.

La fig. 1 représente l'instrument tout monté et prêt à fonctionner. Il peut être placé indifféremment soit horizontalement soit verticalement.

La fig. 2 est une coupe verticale faite suivant l'axe des cylindres ou la ligne 1-2 fig. 1.

Et la fig. 3 une coupe transversale faite suivant la ligne 3-4.

Toutes ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/4 d'exécution.

L'appareil se compose de deux pistons métalliques creux, sans garnitures AA′, fixés aux extrémités d'une tige en acier B, se mouvant librement dans les cylindres en bronze alesés C C′, assez parfaitement ajustés pour ne donner lieu à aucune fuite notable de vapeur ou d'air Un troisième cylindre en laiton D, est vissé sur le premier C, et contient le ressort à hélice *a*, qui subit une compression lorsque la vapeur ou l'air agissent sur les pistons. Les spires extrêmes du ressort, agissant par l'intermédiaire des bagues *b b′* fixées à la tige B, par une goupille transversale, sont soudées à des talons *c c′*, prenant appui, l'un sur la partie fixe *d*, et l'autre sur celle *d′*, formée par le fond du cylindre *a′* vissé dans l'intérieur du corps D. Les talons *c c′* sont traversés par la tige du piston et pressés, comme nous l'avons dit, par les bagues *b*, chaque fois que l'air ou la vapeur prédomine sous l'un des pistons.

La tige B des pistons porte, sur la partie comprise entre les deux cylindres, un support E dans le collet duquel tourne librement le bout d'une petite tige à rainure *e*. Sur cette tige est montée d'une part la roulette *r* dont la circonférence repose sur le plateau P (fig. 1 et 2), et de l'autre une vis sans fin *f* faisant partie d'un compteur L, que nous examinerons plus loin et qui est destiné à enregistrer les différentes phases de toutes les opérations. Le mouvement de la roulette *r*, doit communiquer l'impulsion à la vis tangente, mais pour que celle-ci, fixe dans sa position entre les coussinets a^2, puisse permettre le mouvement longitudinal de cette roulette sur le plateau P, on a imaginé de l'établir d'une seule pièce avec le canon creux *d′* et d'y chasser de force un goujon saillant qui pénètre dans la rainure longitudinale; de cette manière la vis se trouve entraînée par la rotation de la roulette sans gêner aucunement la libre translation de l'axe qui la porte.

Au-dessous du plateau P, est fixée la poulie à gorge *o*, disposée à l'intérieur en forme de barillet, pour recevoir un ressort d'horlogerie dont la tension détermine le mouvement rotatif alternatif du plateau produit par la course du piston de la machine à laquelle l'appareil est adapté. Cet effet a lieu par l'intermédiaire de la corde à boyau *t*, dont un des bouts est attaché à la poulie *o* et l'autre au petit treuil *g*; celui-ci porte sur son axe prolongé *e′*, une poulie en bois *h*, sur laquelle s'enroule le cordon *p*, dont

le bout est attaché directement à la partie supérieure de la tige du piston de la machine en exploration.

Sur la partie latérale du cylindre D, est placé le système d'enroulement du papier destiné à recevoir le tracé des diagrammes par le crayon i qui se meut avec le ressort a. Ce mécanisme est maintenu par le support K et le collier J, qui entourent la boîte cylindrique. La bande de papier b^2 est fixée par ses extrémités aux cylindres F F′ (fig. 1 et 4) par des targettes f' placées dans l'intérieur de ceux-ci, et le cylindre même F′ est sollicité par un ressort contenu dans le barillet G, afin de tendre la bande de papier et lui faire opérer, comme au plateau P, le mouvement alternatif de va-et-vient correspondant à la course du piston. L'encliquetage x^2 et la clé à oreille a^2 ont pour but de donner au ressort et par suite au papier la tension convenable. La première partie de la rotation est produite par la corde à boyau v, dont un des bouts est attaché à la poulie u, et l'autre à celle u' fixée à la grande poulie h. La poulie u' est montée à carré sur le prolongement d'un axe formant le petit treuil g, sur lequel s'enroule une autre corde dont le bout opposé est attaché à la poulie o du plateau P, et la poulie u reçoit sur son axe g' un cordon intermédiaire s'enroulant sur la poulie x du cylindre F. Cette combinaison complète ainsi la relation du système avec le cordon commun p, fixé à la tige du piston de la machine.

Le cylindre F tourne librement sur la douille de la poulie x, et celle-ci tourne à son tour sur l'arbre en acier h', fixé au support K par l'écrou i'. Dans cet état, les deux pièces peuvent tourner indépendamment l'une de l'autre; mais lorsque le cliquet d'embrayage j' (fig. 1 et 4) porté par la poulie x et pressé par un ressort à pincettes, pénètre dans l'une des encoches k pratiquées dans la base du cylindre F, celui-ci est entraîné dans les mouvements de rotation imprimés par la tige du piston de la machine à la poulie u'. Il résulte de cette disposition la possibilité de changer la position du papier et de prendre un certain nombre de diagrammes sur la même bande. L'arbre g', portant la poulie u, forme pignon vers son extrémité pour engrener avec la roue x^2, dont l'axe terminé par un carré porte l'aiguille f^2, destinée à indiquer sur un cadran c^2, si le développement de la poulie est en rapport avec la course du piston. Ce rapport existe quand l'aiguille, partant du point e^2 (fig. 1re), arrive après une révolution presque complète au point e^3, en laissant toutefois un petit intervalle entre chacun d'eux; car si l'aiguille restait un moment stationnaire, il y aurait un temps mort, et la figure tracée par le crayon serait inexacte.

Voici comment s'obtiennent les traces ou les empreintes : La potence l (fig. 1 et 2) est terminée par une boîte dans laquelle s'ajuste une règle méplate z, portant en retour d'équerre le crayon traceur i, dont on règle la position par la vis à main l'; la flexibilité de cette règle permet au guide y, ajusté à charnière sur la boîte cylindrique D, de l'éloigner du papier en relevant ce guide quand on ne veut pas de tracé, et de l'abaisser, au contraire, pour faire appuyer le crayon i lorsqu'on veut obtenir une trace ou diagramme.

Tout le corps de l'appareil est fixé sur le plateau rectangulaire en fonte H par les supports m', n' et o'; une console particulière p' sert de table au plateau P, qui tourne entre collets sur l'axe q', et enfin une colonne r' élève et maintient le compteur à la hauteur désirable.

Nous avons vu que ce compteur L (fig. 5 et 6) recevait comme premier organe la vis f; cette dernière, qui est à un seul filet, engrène tangentiellement avec une première roue s', ayant 100 dents et montée sur un pignon de 10, s^2, lequel conduit deux autres roues concentriques, dont l'une t' possède 100 dents, et l'autre t^2 101. Il résulte de cette disposition que le premier cadran v' porté par la roue s' fait un tour pour 100 de la roulette r; le second cadran x' porté par la roue t' en fait un pour 10 de la précédente, ce qui donne 1,000 tours de la roulette, et enfin l'aiguille x' portée par la roue t^2 de 101 dents enregistre les 1,000 sur le précédent cadran et compte jusqu'à 100,000 tours de la roulette. Les deux index fixes et l'aiguille mobile sont disposés pour marquer, par un petit point noir qu'on efface à volonté, le commencement et la fin des expériences. Le petit ressort n détermine toujours pendant leur durée une pression constante de la roulette r sur le plateau P, au moyen d'un galet m qui prend son point d'appui sous la règle fixe O.

La circonférence de la poulie h doit toujours être à la course du piston de la machine qu'on expérimente dans le rapport de 10 à 1; à cet effet, l'instrument est accompagné de poulies de rechange qu'on approprie à cette proportion, laquelle correspond aussi au rapport existant entre le treuil y et la poulie o du plateau P. La communication du cordon p avec la tête de tige du piston doit être aussi directe que possible, afin que chaque période de mouvement de l'appareil réponde exactement aux différentes sections de l'espace parcouru par le piston dans son cylindre.

On conçoit, par ce qui précède, que quand la course ascendante du piston développe le cordon p enroulé sur la poulie h, celle-ci met en mouvement le treuil g et entraîne le plateau P dans un sens, et que dans sa course descendante, le plateau obéissant à l'action du ressort contenu dans l'intérieur de la poulie o, exécute un mouvement égal en sens contraire, et ramène les choses dans l'état où elles étaient primitivement; si en même temps la pression de la vapeur affluente prédomine sous l'un des pistons et que celui-ci s'élève, la roulette du compteur s'éloigne du centre du plateau dans le même sens, et reçoit alors de ce dernier un mouvement de rotation qui lui fait accomplir, avec son axe, un nombre de révolutions proportionnel

1° A sa distance du centre ou aux flexions du ressort a, ou aux efforts exercés par la vapeur sur le piston;

2° Aux angles décrits par le plateau ou au chemin parcouru par le piston de la machine.

Par conséquent, le nombre de tours de la roulette (1) sera proportionnel au

(1) On doit à M. Poncelet la première idée de cette roulette totalisatrice.

produit de ces deux quantités ou au travail développé dans cette course.

A la fin de la course, et lorsque la vapeur se détend, puis s'échappe, la roulette revient graduellement au centre du plateau au fur et à mesure que la pression diminue. Dans la course suivante, la vapeur affluant sous l'autre piston, la roulette s'éloigne de nouveau du centre du plateau, mais dans un sens opposé au premier, et fait encore un nombre de tours égal au travail développé par la vapeur. Il est à remarquer que le sens du mouvement du plateau changeant en même temps que celui de la marche du piston de la machine, il s'ensuit que la roulette tourne toujours dans le même sens, en donnant la mesure du travail moteur dont le produit est totalisé par le compteur, auquel le mouvement est transmis par l'axe à rainure *e*, de la roulette, traversant la vis tangente *f*.

La tige méplate *z*, liée au support E par la vis de pression *z'*, suit le mouvement rectiligne de la tige des pistons, lequel, combiné avec le mouvement de va-et-vient de la bande de papier b^2, produit une courbe dont l'expression est, d'une part, le résultat de la tension et de la détente de la vapeur dans le cylindre de la machine, et de l'autre, l'indication du jeu des différents organes de cette machine. Cette disposition de l'appareil traceur, due à M. Garnier, est le complément indispensable du totalisateur par lequel il acquiert la propriété de l'indicateur dynamomètre.

Voici, d'après M. Lapointe, ingénieur civil, la formule donnant le travail d'une machine sur laquelle l'instrument est appliqué.

On appelle dans cette formule :

D, le diamètre en mètres du piston de la machine
n le nombre de tours de la roulette pendant la durée de l'observation, et
t le temps en secondes employé à cette observation.

Le travail en kilogrammètres sera ainsi :

$$\text{Pour la haute pression } T = 187{,}47\ \frac{D^2 n}{t}$$

$$\text{Pour la basse pression } T = 31{,}379\ \frac{D^2 n}{t}$$

Le travail en chevaux sera :

$$\text{Pour la haute pression } T = 2{,}4997\ \frac{D^2 n}{t}$$

$$\text{Pour la basse pression } T = 0{,}41839\ \frac{D^2 n}{t}$$

Le coefficient numérique (constant pour un même appareil) est applicable à toutes les opérations comme à toutes les machines à exploration ; il ne change que si l'indicateur se trouve dans d'autres conditions.

APPAREILS DE SURETÉ POUR CHAUDIÈRES A VAPEUR,

PAR M. LETHUILLIER, MÉCANICIEN A ROUEN.

On sait combien il est important d'avoir sur les générateurs à vapeur de bons appareils qui préviennent, pendant le service, non-seulement le chauffeur ou le mécanicien chargé de les entretenir, mais encore les chefs d'établissements, les conducteurs ou les inspecteurs qui peuvent se trouver à des distances assez éloignées, afin d'éviter des accidents plus ou moins graves, dont les conséquences sont toujours extrêmement fâcheuses.

M. Lethuillier, qui depuis plusieurs années s'occupe principalement de la construction des instruments et des divers appareils de sûreté, applicables aux chaudières à vapeur, a su apporter à plusieurs d'entre eux des modifications importantes, et arriver, par suite, à en faire d'une disposition complétement nouvelle, qui présentent sur les autres des avantages incontestables.

Il a disposé ces instruments de plusieurs manières, soit pour les appliquer sur des chaudières de locomotives ou de bateaux, soit pour les adapter à des chaudières fixes de toutes formes et de toutes dimensions. Dans tous les cas, les sifflets, au lieu d'être à timbre et à disque circulaire, laissant échapper la vapeur sur toute la circonférence à la fois, comme on les a faits jusqu'ici, sont disposés d'une manière analogue à ceux que l'on remarque dans les jouets d'enfants. Ainsi, ils consistent en une sorte de petit cylindre creux, échancré latéralement, pour former une ouverture oblique, qui est en communication par un très-petit orifice ou une fente étroite avec le conduit de vapeur, de sorte que le gaz sort par cet orifice, vient frapper le bord de l'ouverture oblique, et produit un son très-prononcé qui est encore augmenté par la capacité intérieure du cylindre qui forme cloche.

Les appareils pour chaudières à vapeur fixes sont disposés à volonté de plusieurs manières, mais généralement liés avec un flotteur ordinaire dont le mécanisme peut être à l'intérieur ou à l'extérieur des chaudières. Le sifflet avertisseur proprement dit, est spécialement destiné aux locomotives et aux bateaux à vapeur.

Le système se compose de la réunion d'un certain nombre de cylindres creux (quatre, par exemple, et au besoin plus ou moins) qui sont solidaires étant fondus ensemble, et ayant chacun leurs ouvertures latérales, exactement en regard des fentes étroites pratiquées dans la base circulaire qui porte le tout. Cette base reçoit en dessous un petit robinet, que l'on fait simplement tourner à la main quand on veut siffler. On visse, on boulonne, si on le juge convenable, l'appareil directement sur la chaudière, ou on le rapporte par un tuyau. Les sons qu'il produit lorsque le robinet est ouvert, par l'effet de la vapeur qui agit à la fois sur les différentes ouvertures opposées, sont tellement considérables que dans des temps calmes ils peuvent s'entendre à plus de 10 kilomètres de distance, ce qui est d'un grand intérêt pour les chemins de fer, parce qu'il permet de prévenir assez longtemps à l'avance et d'éviter des accidents.

M. Lethuillier établit aussi ses sifflets de manière à faire rendre à chaque orifice un son différent, condition très-importante pour le service des chemins de fer. Déjà M. Lemaître avait eu cette idée et l'avait mise à exécution dans son établissement, mais son système repose sur un tout autre principe.

FILATURE DE COTON.

BANC A BROCHES EN FIN

A MOUVEMENT DIFFÉRENTIEL ET A BOBINES COMPRIMÉES,

CONSTRUIT SUR LES DERNIERS MODÈLES ANGLAIS

Par MM. Aug. PIHET et Ce,

MÉCANICIENS A PARIS.

(PLANCHES 31, 32 ET 33.)



En décrivant, à la fin du IVe volume, le banc à tubes de MM. Dyer, de Manchester, nous avons parlé de la parité qui existait entre cette machine et les bancs à broches en gros ou en fin. Aujourd'hui que nous allons entreprendre la description de ces ingénieuses machines, nous rappellerons en quelques mots, que c'est seulement en 1821 qu'elles furent importées en France par les actionnaires de la filature d'Ourscamp près Compiègne. L'application du mouvement différentiel tenté, vers 1826, par M. Houldsworth, de Manchester, et les divers perfectionnements qu'on doit à la maison A. Kœchlin et Ce de Mulhouse et à d'autres constructeurs spéciaux, firent de cette machine, malgré sa complication, l'œuvre la plus parfaite et la plus merveilleuse, peut-être, que le génie mécanique ait imaginée.

Avant d'entrer dans la description détaillée du banc à broches, nous allons tâcher de rendre compte de son principe, de ses mouvements principaux, et des résultats qu'il est appelé à donner, en faisant observer que le modèle que nous avons choisi et représenté sur les pl. 31 à 33, est identique aux machines les plus récentes et les plus complètes en usage dans nos filatures. Il s'applique aussi bien, sauf quelques modifications, à la filature du lin et du chanvre qu'à celle du coton.

Les fonctions d'un banc à broches sont au nombre de trois :

1° L'étirage qui s'exécute, comme toujours, au moyen de trois paires de cylindres;

2° La torsion donnée à la préparation;

3° L'enroulement ou l'envidage de cette préparation sur une bobine.

Le banc à broches est l'intermédiaire entre les préparations et le filage, ou plutôt il fait partie des préparations du second degré, c'est-à-dire qu'il

continue l'étirage avec une faible torsion (1); il remplace les *lanternes* que l'on employait autrefois, et qui n'avaient d'autre but que de donner au coton le tors suffisant, pour qu'il se soutienne derrière le métier en gros. On agit dans cette circonstance sur des fils ébauchés qui ont déjà une finesse marquée et une très-grande longueur; les machines sont munies d'autant de bobines que l'on fabrique de fils, ou plutôt de *mèches* à la fois. Ainsi le fil, après avoir été laminé par le système de cylindres cannelés dépendant du banc même, passe dans une ailette montée sur une broche verticale, qui, sans faire corps avec elle, lui imprime son mouvement de rotation et donne le tors à la mèche. Sur cette broche tourne librement une bobine, ou plutôt un fût sans plateaux, sur lequel se renvide la mèche au fur et à mesure qu'elle sort de l'ailette.

Le mouvement des cylindres cannelés est uniforme, celui de la broche qui donne le tors au fil à l'aide de l'ailette, doit l'être également. Il n'en est pas de même du mouvement de la bobine, qui, devant renvider la mèche par couches, doit avoir deux mouvements différents variables, l'un de translation verticale dans le sens de la broche, l'autre de rotation autour de la broche.

« En effet, dit M. Coquelin (2), à mesure que la préparation est envidée, la circonférence du fût augmente; il faut donc alors un moindre nombre de tours de l'ailette sur la bobine pour envider une même longueur de ruban, et comme la vitesse des broches, aussi bien que la longueur de ruban produite par minute, sont des quantités constantes, c'est la vitesse des bobines qui doit changer pendant le cours du travail. Ainsi, dans ce système, non-seulement le mouvement des bobines doit être réglé en conséquence des rapports établis, mais encore il doit changer avec le progrès de l'envidage, de telle sorte que l'excédant de la vitesse des broches sur celle des bobines diminue en raison de l'augmentation du diamètre ou de la circonférence des fûts. En d'autres termes, la différence de la vitesse des broches à celle des bobines doit être en raison inverse du diamètre du fût.

« Il y a à ce sujet plusieurs remarques importantes à faire.

« On voit d'abord que pour régler les mouvements dans les différentes phases du travail, il ne faut pas faire porter le calcul sur la vitesse absolue des bobines, mais sur la différence de cette vitesse avec celle des broches. C'est, en effet, cette différence seule qu'il faut considérer, puisque c'est elle qui doit être en rapport *inverse* avec le diamètre du fût. Quant à la vitesse absolue, elle ne suit aucune proportion. Il résulte de là que l'agent mécanique, au moyen duquel on opère les variations de mouvements (et cet agent est ici un long cône en fonte), ne doit pas avoir une action directe sur la vitesse des bobines, mais sur la différence : autrement il serait im-

(1) On ne donne la torsion aux mèches que pour les rendre propres au renvidage, mais si l'on pouvait s'en abstenir, les produits n'en seraient que plus beaux; cette torsion disparaît d'ailleurs aux métiers à filer.

(2) Traité de filature mécanique du lin et du chanvre.

possible d'y établir une progression. Dès lors aussi, il doit y avoir un organe distinct qui produise la différence, et c'est sur cet organe que le cône doit agir. Tout cela constitue un problème qui, au premier abord, paraît insoluble : on verra pourtant que la difficulté a été heureusement vaincue.

« En second lieu, quoique la progression à établir doive être régulière, elle ne doit cependant pas être continue. En effet, le diamètre du fût n'augmente pas sans cesse, mais seulement lorsqu'une couche de préparation est entièrement formée et qu'une nouvelle couche commence, c'est-à-dire lorsque le chariot est arrivé à l'extrémité de sa course dans le haut ou dans le bas. Pendant toute la durée de l'ascension ou de la descente du chariot, le diamètre du fût est le même, et par conséquent le mouvement ne doit pas changer. Il suit de là, qu'au lieu d'une progression continue de mouvement, il faut des changements brusques opérés à châque renouvellement des couches. De plus, comme ces changements doivent s'effectuer chaque fois que le chariot arrive à l'une des extrémités de sa course, c'est du chariot même qu'ils doivent dépendre.

« Mais quoique le chariot règle, pour ainsi dire, la vitesse du cône, il ne doit pas avoir lui-même une vitesse constante. Les couches de préparation sur le fût de la bobine se forment, en effet, plus lentement à mesure que le diamètre augmente, puisqu'elles se composent toujours d'un égal nombre d'anneaux, et que ces anneaux ont alors un développement plus grand. Il faut donc que le mouvement du chariot soit ralenti en conséquence. Dès lors, la dépendance du cône et du chariot doit être réciproque. Ce dernier, chaque fois qu'il arrive à l'extrémité de sa course, diminue la vitesse du cône en en déplaçant la courroie ; et, comme il est indirectement commandé par le cône même, il subit l'influence du changement qu'il a produit. »

Telles sont les données sommaires qui constituent les combinaisons diverses des bancs à broches à mouvement différentiel ; nous nous réservons d'expliquer plus loin ce mouvement, nous dirons néanmoins maintenant que les avantages dus à ce système sont :

1° Relativement à la force motrice dépensée : le cône ne faisant que donner le mouvement au chariot et communiquer aux bobines le surplus de vitesse qui leur est nécessaire pour le renvidage du coton fourni par les cannelés, la courroie a peu de fatigue et n'est pas à beaucoup près aussi chargée que dans les autres bancs à broches ; elle ne peut donc pas glisser aussi facilement, il y a moins de perte de force.

2° Relativement à la construction : ce système permet d'avoir des peignes à dents régulièrement espacées et que tout contre-maître peut faire construire ; on peut même employer une crémaillère à denture ordinaire commandée par un simple pignon.

3° Relativement au règlement du banc : celui-ci une fois réglé, si l'on veut modifier le tors, il suffit de changer un seul pignon sans qu'il soit besoin de toucher au cône, comme dans les bancs à broches anciens.

4° Un seul engrenage de plus ou de moins suffit pour changer le mode de renvidage, c'est-à-dire pour faire passer l'excès de vitesse de la bobine à la broche ou de la broche à la bobine.

5° Enfin, relativement aux produits, le banc à broches à mouvement différentiel, que nous décrivons, a la propriété de faire des bobines coniques des deux bouts et un renvidage serré sans nuire à la mèche au dévidage.

DESCRIPTION DU BANC A BROCHES EN FIN,

REPRÉSENTÉ PL. 31, 32 ET 33.

Le nombre de broches dont se compose un banc dans la filature du coton, varie dans de très-larges proportions. Il augmente à mesure que les préparations approchent de leur fin. La matière étant moins fine et moins tordue au commencement des passages au banc à broches, la machine produit nécessairement une quantité plus considérable que lorsque la finesse augmente, et exige, par suite, une moins grande quantité de broches pour effectuer le même travail. Les limites ordinaires sont de 30 à 90 broches pour un banc en gros, et de 90 à 150 et au delà pour un banc en fin. Celui que nous décrivons a été relevé sur un système de 96 broches, mais les dimensions de notre cadre ne nous ont pas permis de les indiquer toutes. Le nombre que nous avons adopté est de 38 ; nous ferons remarquer toutefois que la commande et toutes les particularités du mécanisme sont conformes à l'original de 96, avec lequel il ne présente qu'une différence de longueur.

Les différentes vues d'ensemble et de détails sont représentées sur les pl. 31 à 33.

La fig. 1re, pl. 31, est une élévation verticale extérieure du banc à broches tout monté et vu par derrière du côté du cône et du mouvement différentiel.

La fig. 2, pl. 32, est une vue par bout du côté de la commande, en supposant enlevés les poulies et le volant.

La fig. 3 représente une coupe transversale faite suivant la ligne 1-2, de la fig. 1re.

La fig. 4 est une vue par bout du côté opposé à la commande.

Et les fig. 5 et 6 de la pl 33, deux coupes transversales faites suivant les lignes 3-4 et 5-6 de la fig. 1re.

Toutes ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/8.

Les fonctions du banc à broches que nous avons divisées en trois parties principales, l'étirage, la torsion et l'envidage, peuvent se diviser en sept mouvements distincts et se classer ainsi :

ÉTIRAGE ET TORSION..	Mouvement des cylindres fournisseurs.
	Mouvement des cylindres étireurs.
	Mouvement des broches.

RENVIDAGE..........	Mouvement des bobines. Mouvement différentiel. Mouvement du chariot. Mouvement du cône.

C'est dans cet ordre que nous allons les examiner séparément, quoique rigoureusement on ait dû commencer par le premier mouvement venant de l'arbre moteur; mais nous avons préféré prendre le fil à sa sortie des autres machines, pour examiner ses opérations successives.

ÉTIRAGE ET TORSION.

Mouvement des cylindres fournisseurs et étireurs. Dans les bancs à broches en fin, le fil venant des bancs à broches en gros est disposé sur des bobines en bois, ou fûts *a*, de 40 millim. de diamètre extérieur, emmanchés librement sur un axe vertical en bois *b*, se mouvant dans l'espèce de cuvette ou de crapaudine *c*, qu'on établit habituellement en porcelaine ou en métal. Des règles ou traverses *d*, régnant sur toute la longueur du banc, soutiennent par leurs parties inférieure et supérieure les axes de toutes ces bobines, et reposent elles-mêmes sur les plateaux métalliques *e*, fixés sur la hauteur des tringles *f*. Tout ce mécanisme est disposé à l'arrière du banc à broches suivant un, deux ou trois étages, selon que l'on traite la matière en simple, en double ou en triple; nous devons dire qu'habituellement et presque toujours, on n'emploie que deux rangées de bobines, parce que le doublage suffit généralement pour donner à la mèche la consistance nécessaire. C'est donc un fil venant de chaque rang de bobine, qui se rend sous l'étirage pour se réunir et se tordre dans l'ailette placée sur le devant du banc. La mèche supérieure est soutenue, au besoin, par un guide *g*, qui empêche la confusion avec la mèche inférieure, soutenue elle-même par un couvercle c^2 garni en fer-blanc.

Ces deux mèches, encore séparées sous les cylindres cannelés *h*, *h'*, h^2, subissent un premier étirage très-faible du cylindre *fournisseur h*, au deuxième *h'*, et enfin un plus considérable de ce deuxième cylindre au troisième h^2 appelé *étireur*. On sait que ces cylindres cannelés sont recouverts par d'autres identiques de dimensions, mais recouverts d'un cuir parfaitement tendu; on les appelle *cylindres de pression*, parce qu'ils servent justement à presser les mèches, qui, sollicitées par les cannelures des cylindres métalliques, déterminent l'allongement des fibres dans un rapport dû à la fois au développement de leur circonférence et à la vitesse relative qui leur est transmise. Ces cylindres, que nous désignerons par les lettres *i*, *i'*, i^2, sont représentés avec leurs supports *j* sur les fig. 7 et 8, et sont dessinés à l'échelle de 1/4 d'exécution. La fig. 28, pl. 32, qui est dessinée à la même échelle, fait bien voir leur section transversale et l'ensemble de l'étirage. On peut remarquer à la partie supérieure le ruban de flanelle sans fin n^4 qui nettoie les divers cylindres de l'étirage en s'appro-

priant tous les brins détachés; il suffit de changer à la main la position de ce ruban pour présenter aux cylindres d'autres parties de flanelle, quand les premières sont trop engorgées. Les cylindres de pression sont encore recouverts par une suite de chapeaux en bois *k* qui les mettent à l'abri de la poussière et des accidents, en même temps qu'ils servent de supports à ces toiles de propreté; ils sont disposés par rangées de 3, appelées *système*. Le tout est supporté par une rangée de supports en fonte à pied rond *l*, qui se boulonnent à l'intérieur d'une longue table ou *porte-système* en fonte Z. C'est à l'intérieur de cette table munie de deux joues en retour d'équerre que sont placés les contre-poids *m*, des cylindres de pression avec lesquels ils communiquent par les tringles *n*, *n'*, les barrettes de réunion *o*, *o'* et les sellettes *p*. Ces poids sont en fonte et présentent la forme d'un parallélipipède rectangulaire.

« On peut dans cette machine, dit M. Oger, étirer entre les cylindres cannelés autant qu'on le veut; il convient cependant que l'allongement ne dépasse pas la proportion de 6 à 1; un étirage plus fort rendrait le fil inégal.

« L'écartement entre le premier et second cylindre doit être égal partout et réglé avec soin, suivant la longueur de la soie et la finesse de la préparation, aussi est-il impossible de préciser la distance exacte qu'il doit y avoir, du centre du premier au centre du second cylindre cannelé; l'expérience seule peut l'indiquer. Tout ce que l'on peut dire, c'est qu'on donne assez généralement

Pour le *Louisiane*	banc en gros	$30^{mm}5$ à 31^{mm} d'écartement.
Id.	banc en fin	26 à 27^{mm}.
Pour le *Jumel*	banc en gros	$32^{mm}7$ à $33^{mm}8$.
Id.	banc en fin	$29^{mm}3$ à $31^{mm}5$.
Pour le *Géorgie long*	banc en gros	$33^{mm}8$.
Id.	banc en fin	$31^{mm}5$.

« Lorsque les cylindres cannelés sont réglés, il faut placer les axes des cylindres couverts de peau, que l'on appelle cylindres de pression, parallèlement et directement au-dessus de ceux des cylindres cannelés. Il faut aussi donner la plus grande attention, en réglant la deuxième et la troisième rangée des cylindres de pression, à ce que les tourillons ne touchent pas la pièce en cuivre qui forme la partie inférieure du chapeau, ordinairement en fonte. On comprendra que les cylindres de peau qui touchent cette pièce en cuivre ne peuvent presser sur le cylindre cannelé, et qu'alors le coton n'ayant pas de pression est attiré fortement par le deuxième cylindre, qui marche plus vite que celui de derrière, auquel le fil arrive sans avoir subi le laminage préparatoire. La différence de numéro (1) que l'on obtient dans ce cas, dépend du tirage qui existe entre les

(1) En filature on appelle *numéro* d'un fil le nombre d'écheveaux de 1000 mètres nécessaire à la

deux cylindres, et auquel il importe par conséquent de donner la plus grande attention (1). »

Le mouvement des cylindres est uniforme, c'est-à-dire qu'il ne change pas pendant toute la durée de la marche de la machine. Néanmoins, on peut le modifier à volonté à l'aide de roues de rechange de la même manière que l'on modifie la torsion à l'aide d'un seul pignon, mais c'est seulement, alors que l'on veut changer le travail pour en obtenir d'autres résultats et que la machine est arrêtée, qu'on peut effectuer ces opérations.

Examinons maintenant quelle liaison existe entre les fonctions que nous venons de décrire et le mouvement primitif de la machine, puis, d'après cet examen, nous déterminerons le calcul des différentes vitesses (2).

L'arbre moteur A est placé vers la partie droite inférieure du banc. Il reçoit à une de ses extrémités les deux poulies de commande et d'arrêt de chacune 300mm de diamètre et un volant assez énergique pour régulariser le mouvement : ce dernier, d'un diamètre de 540mm et d'un poids de 40k, ainsi que les poulies, n'ont pu être représentés sur le dessin, mais il sera facile de se les figurer avec les éléments que nous en donnons. Sur cet arbre et immédiatement après le second bâtis de la commande V', est fixé le pignon B, appelé *pignon de rechange ou de torsion*, organe très-important qui commande l'arbre à rainure C au moyen d'un intermédiaire q et d'une roue r montée sur ledit arbre (fig. 1 et 5). A l'extérieur du bâtis d'extrémité V (côté de la commande et sur le prolongement de l'arbre C), est fixée une roue droite s, engrenant avec une autre t, et commandant le cylindre *étireur* h^2. L'axe de ce cylindre porte en dedans de la roue t un pignon u, qui engrène avec une roue v, dite *tête de cheval*, commandant en dernier lieu au moyen de son pignon x, la roue y fixée sur le premier cannelé ou *fournisseur* h, en retardant notablement sa vitesse. C'est entre ce premier cylindre et celui de devant que s'accomplit l'étirage, qui peut se mesurer par leur vitesse et leur développement respectifs, mais le second cannelé h' prépare cet étirage en allongeant légèrement la matière ; voyons donc de quelle manière a lieu sa commande, et nous aurons tous les éléments de cette première opération du banc à broches.

Il faut se reporter à l'extrémité opposée de la machine, en dedans du bâtis V^3 (fig. 1, 4 et 7), où l'on reconnaîtra que le premier et le second cylindre h et h' portent, de ce côté, chacun un pignon z z' engrenant

formation du poids d'un demi-kilogramme. S'il faut trois écheveaux le fil est du nº 3, s'il en faut cinquante le fil est du nº 50, etc. — Chaque écheveau est composé de cent échevettes de 100 mètres

(1) Oger, *Traité élémentaire de la filature du coton*, p. 103.

(2) Nous aurions bien désiré suivre notre marche habituelle pour les descriptions de filature, c'est-à-dire ne parler des communications de mouvement et des vitesses qu'en dernier lieu, mais cette méthode, qui présente l'avantage d'étudier complétement le travail avant de l'analyser, aurait amené infailliblement, en raison de la complication du banc, une extrême confusion dans nos explications ; nous avons préféré, et nous espérons que nos lecteurs nous en sauront gré, décrire chaque mouvement séparément et former ainsi des chapitres partiels facilement reliés entre eux.

tous deux avec une large roue intermédiaire a', appelée *malborough*, fixée au support d^2, et si l'on veut examiner le tableau des organes de la vitesse que nous donnons pages 418 et 419, on remarquera que pour un tour de l'arbre de commande A, les cylindres feront (1) :

$$1^\circ;\ \text{Cyl. de devant } h^2 = 27^{mm}. \times 3.1416 = 84^{mm}.82 \text{ de circonf.}$$

Rapport des engrenages

$$\frac{30}{46} \times \frac{60}{90} = 0^t.4342.$$

$$\text{Or, } 0^t.4342 \times 84^{mm}.82 = 36^{mm}.8712$$

vitesse à la circonférence du cylindre h^2.

$$2^\circ;\ \text{Cyl. de derrière } h = 27 \times 3.1416 = 84^{mm}.82.$$

$$0^t.4342 \times \left(\frac{36}{90} \times \frac{25}{48}\right) = 0^t.090.$$

$$\text{Or, } 0^t.090 \times 84^{mm}.82 = 7^{mm}.6338$$

vitesse à la circonférence du cylindre h.

$$3^\circ;\ \text{Cyl. du milieu } h' = 25 \times 3.1416 = 78^{mm}.54.$$

$$0^t.090 \times \frac{28}{24} = 0^t.104.$$

$$\text{Or, } 0^t.104 \times 78.54 = 8^{mm}.1681$$

vitesse à la circonférence du cylindre h'.

Par conséquent le premier étirage du cylindre h au cylindre h' sera de :

$$\frac{8^{mm}.1681}{7^{mm}.6338} = 1.069.$$

Le second du cylindre h' au cylindre h^2 sera de :

$$\frac{36^{mm}.8712}{8^{mm}.1681} = 4.514.$$

$$\text{Étirage total} : 1,069 \times 4,514 = 5,58.$$

Sur l'axe du cylindre h, est fixée une vis sans fin b', engrenant avec une roue c' à denture héliçoïde (fig. 1 et 7). Cette roue porte un excentrique en cœur d', pris entre les deux goujons d'une latte en bois e', laquelle, maintenue entre les supports des cylindres mêmes, obéit au mouvement de l'excentrique qui, comme on sait, est un mouvement rectiligne alter-

(1) L'*étirage* étant le rapport des développements de deux cylindres dans l'unité de temps, on obtient ce rapport en multipliant la rotation de chaque cylindre par sa circonférence et en divisant le plus grand des deux produits par le plus petit. Généralement on emploie dans ce calcul le diamètre au lieu de la circonférence; ce qui ne change rien au résultat, puisque les diamètres sont entre eux comme les circonférences.

natif ou de va-et-vient. Cette latte ou tringle porte dans toute sa longueur et de distance en distance des entonnoirs f' en cuivre ou en zinc, servant à réunir les filaments et à les promener sur toute la longueur des cannelés. Sans cette précaution, les cylindres seraient bien vite usés à une même place par le frottement des mèches, ce qui n'a pas lieu par le mouvement de l'excentrique.

Mouvement des broches. — Au sortir du cannelé de devant, la mèche de coton réunie et laminée passe dans l'ailette D, montée à fourche sur l'extrémité des broches E et en suit tous les mouvements de rotation, puis, tordue à un certain degré, dépendant de cette vitesse de rotation et de celle du cannelé h^2, qui livre la matière, cette mèche s'enroule par anneaux superposés et réguliers sur le fût en bois ou bobine F, de 30 millim. de diamètre, établie sans rebords ni plateaux.

En effet, si nous supposons que les cylindres cannelés, marchant uniformément, livrent une quantité constante de ruban destiné à être renvidé sur une bobine, il est certain que, si ce ruban ne subissait aucune opération nouvelle en sortant des cannelés, il n'aurait pas assez de consistance pour soutenir avantageusement le renvidage. Il faut donc qu'entre le cylindre qui fournit ce ruban et la bobine qui l'absorbe, il reçoive un tors qui lui communique une force suffisante, et commence à l'amener à l'état de fil. Voici comment se donne le tors :

Si nous supposons pour un moment que le fil soit fixé au cylindre h^2 et à l'extrémité supérieure de la douille m' (fig. 3, pl. 32), on conçoit que ce fil sera d'autant plus tordu que la broche aura fait plus de tours, puisque nous avons reconnu la liaison de ces deux parties et leur mouvement de rotation. Maintenant, mettons en mouvement les cylindres étireurs, supposons que l'ailette absorbe ce qu'ils livrent et que la marche du fil soit telle, que, quand la portion qui était en h^2, arrive en m', la broche ait fait le même nombre de tours que précédemment. On conçoit que dans ce cas encore la longueur du fil comprise entre les cylindres et l'ailette recevra le même tors que précédemment. Si, au contraire, le fil en sortant des cannelés prenait la direction de la bobine, le fil ne subirait point de torsion ; seulement, la bobine ayant un mouvement de rotation, il y aurait renvidage. Mais si le fil en sortant du cylindre h^2 pour arriver à la bobine, prend la direction de la douille m' et passe par ce moyen dans le tuyau g' de l'ailette B, tournant autour de la bobine, alors, il y a tors et renvidage. En d'autres termes, chaque révolution de la broche donne un tour à la préparation, sans préjudice de l'envidage qui suit la loi que nous verrons plus loin.

Jusqu'à ces derniers temps l'ailette appliquée sur les bancs à broches était formée d'une douille percée verticalement et transversalement à la partie inférieure, et de laquelle partaient deux tuyaux recourbés tordant et conduisant le fil sur la bobine. On faisait indistinctement passer la mèche dans l'un de ces deux tuyaux. Maintenant que l'on a renoncé aux bobines à pla-

teaux, à cause de la fragilité de ces derniers et des réparations continuelles qu'ils exigent, l'ailette et la bobine ont subi des modifications importantes. Celle-ci est simplement formée d'un cylindre de bois évidé à l'intérieur et rendu solidaire avec le pignon qui le commande au moyen d'un ergot *r'*, et l'ailette n'a plus qu'une de ses branches *g'* percée en tuyau, la seconde g^2 est pleine et sert simplement à faire contre-poids. A l'extrémité de la branche *g'* est ajustée une espèce de fourche *j'*, appelée *comprimeur*, et faisant charnière sur les tuyaux (voir les détails fig. 24, 25 et 26, pl. 32). Cette fourche distribue la mèche sur la bobine, mais comme elle tend à s'appuyer constamment sur cette dernière par l'aide du ressort *k'*, qui n'est autre qu'une tige d'acier vissée dans un renflement o^4, elle forme toujours des anneaux durs et serrés ou des *bobines comprimées*. Nous verrons plus loin par quel mécanisme les différentes couches des bobines affectent une forme conique et le mouvement variable qu'elles reçoivent pendant leur formation.

Les broches sont en acier, parfaitement tournées dans toute leur longueur à un diamètre de 15^{mm}. 7; la partie inférieure est évidée pour former pivot et tourner dans les crapaudines *l'* (voir la fig. 27, pl. 32 qui représente le plan d'une portion du porte-crapaudines C'), ainsi que la partie supérieure pour recevoir l'ailette D. Un trait de scie, de plus d'un centimètre de profondeur, dans lequel pénètre la saillie correspondante de la douille *m'*, en forme tout l'ajustement.

La vitesse des broches et des ailettes qui y sont adhérentes est uniforme, c'est-à-dire qu'elle est constamment dans le même rapport avec celle des poulies motrices. La commande de ces broches a été le sujet des études de tous les constructeurs ; aussi voyons-nous différentes méthodes adoptées pour cet objet. En premier lieu on fit usage des cordes dont la marche irrégulière causa l'abandon ; on les remplaça par des engrenages qui devaient évidemment remédier à ce défaut, et l'on fit l'essai de toutes les catégories connues ; ainsi les roues d'angle, celles à vis sans fin, les roues héliçoïdes et les roues droites, furent successivement employées. L'expérience a prouvé jusqu'à présent que de tous les systèmes l'emploi des roues d'angle était le meilleur relativement à l'usure et à la répartition de la force ; le seul défaut qu'on leur a reproché est le bruit qu'elles font en marchant (1).

L'arbre A porte près et en dedans du bâtis d'extrémité V, du côté de la commande, un pignon G, commandant, au moyen des intermédiaires *p'* et *q'*, le deuxième rang des broches par les roues *u'* et H ; cette dernière communique le mouvement au premier par celle H'. Les deux arbres horizontaux I, I', qui portent ces deux roues, reçoivent sur toute leur longueur une suite de roues d'angle *s'*, engrenant avec des pignons plus petits *t'*, qui transmettent à leur tour le mouvement à toutes les broches.

(1) Nous avons parlé, pag. 207, VIe volume, d'une invention récente due à M. Caron, et qui supprimerait entièrement le bruit dont nous parlons ; elle trouverait ici une heureuse application.

Sans nous occuper encore du mouvement de la bobine, nous pouvons rechercher quelle est, toujours pour un tour de l'arbre moteur, la vitesse de ces broches, et, par suite, quelle est la torsion de la mèche lorsqu'elle s'enroule sur les bobines; ainsi

$$1^{t}. \times \frac{60}{38} \times \frac{38}{18} = 3^{t}.334, \text{ vitesse des broches;}$$

et comme le cylindre fournisseur h^2 est animé à sa circonférence d'une vitesse de $3^{cent}.68$, la torsion par centimètre sera donc

$$3^{cent}.68 \div 3^{t}.33 = 1^{t}.10.$$

La torsion doit être déterminée en raison de la nature, des qualités, des caractères des matières filamenteuses, et de la période à laquelle on opère. Les cotons à longues soies exigent moins de torsion que les cotons à courtes soies. Il est évident que la torsion doit être moindre aux premières préparations qu'aux suivantes; elle doit être faite graduellement et légèrement, afin de ne pas empêcher les glissements des fibres; elle est plus forte pour les fils destinés à former la chaîne, quelle que soit d'ailleurs la nature de la matière travaillée.

En général, on établit que la torsion des cotons de même nature doit être proportionnelle à la racine carrée des numéros. Nous donnons à ce sujet une partie de la démonstration consignée dans le mémoire présenté par M. J. Koechlin à la Société industrielle de Mulhouse (1).

« Le tors donne de la force aux filés, parce que les filaments qui étaient d'abord disposés en lignes droites parallèles prennent la forme d'une hélice. La grandeur de l'angle que forme cette hélice avec la section rectangulaire du fil considéré comme cylindre, détermine la résistance que le fil oppose à la traction, et cet angle sera différent pour les différentes espèces de trame et plus petit pour la chaîne; mais il restera toujours le même pour la même espèce, quelle que soit la différence de finesse. Supposons le n° 10 composé de 100 brins de coton et le n° 100 de 10 brins, il est évident que les 10 brins, tendus au même angle que les 100 brins, résisteront dans le rapport du nombre des brins.

Voyons maintenant dans quel rapport devra être le numéro du fil avec le tors, pour produire toujours le même angle, si on développe sur un plan la partie de la surface du fil considéré comme cylindre, fig. 35, et qui contient un tour de tors, et soit :

A B C D le parallélogramme que forme cette surface.

B C et A D représenteront les circonférences du fil.

« En tirant la diagonale A G, l'angle G A D donnera l'inclinaison de l'hélice.

« Supposons maintenant une autre surface de fil contenant un tour de tors et et dont le plan développé soit A *b c d*, A *d* et *b c* seront les circonférences; A *b* et *d c* la hauteur du pas de l'hélice.

(1) Quoique ce mémoire ne s'applique pas directement aux bancs à broches, puisque la torsion qui a servi au renvidage sur ces machines disparaît totalement en passant sous les cylindres des métiers *mull-jennys*, nous avons voulu compléter l'exposé de la torsion considérée généralement.

L'angle de l'hélice sera le même pour les deux figures.

« Dans le grand parallélogramme A B C D il y a eu un tour de tors pour la longueur A B, dans celui A *b c d* il n'y a qu'un tour de tors pour une longueur A *b*.

« Pour une même longueur, le nombre de tours du grand parallélogramme sera donc inverse à celui du petit comme les hauteurs du pas de l'hélice ou comme A *b* est à A B, ou bien B *c* est à B C, puisque les triangles A *b c* et A B C sont semblables, donc le nombre de tours de tors sera en raison inverse des circonférences *b c* et B C, ou des diamètres, puisque ces derniers sont aussi en raison des circonférences. De plus, les diamètres étant entre eux comme les racines carrées des surfaces, et ces dernières étant en raison inverse des numéros du fil, on trouve que :

« Le nombre de tours de tors pour une même longueur sera aussi comme la racine carrée des numéros.

« Cette dernière expression est la plus simple et la plus facile à appliquer : il ne s'agit que de mettre en rapport les compteurs avec la racine carrée des numéros. Par exemple, on voudra filer de la chaîne n° 81 ; on saurait qu'avec un compteur 30 la chaîne n° 36 reçoit un tors convenable. On dira

$$\sqrt{36} = 6 : \sqrt{81} = 9 :: 30 : x = 45$$

« On saura donc que, toutes choses égales d'ailleurs, le compteur pour la chaîne n° 81 devra être de 45 dents.

« Comme l'inclinaison de l'hélice produite par le tors change avec les différentes espèces particulières de fil, par exemple qu'elle est autre

« Pour la chaîne,

« Pour la trame à teindre,

« Pour la trame pour mousseline,

« Pour la trame pour tissus épais,

« Et que la règle qu'on vient d'exposer ne donne que les tors relatifs, il reste à la pratique de fixer pour un seul numéro de chacune de ces espèces de fils et pour d'autres, des nombres constants ou des bases d'après lesquelles tous les autres numéros seront calculés.

« Ces nombres, qui indiqueront les tours de tors pour une longueur donnée, seront en raison inverse de l'angle de l'hélice. Il restait à en constater la certitude par la pratique : M. J. Kœchlin a entrepris à cet effet une série d'essais sur la force et l'élasticité de la chaîne dans différents numéros et dont le tors avait été donné suivant cette règle ; les résultats ont démontré que la force des filés est sensiblement proportionnelle à leur grosseur. »

RENVIDAGE.

Mouvement des bobines. — En sortant de l'ailette, le fil tordu au degré nécessaire s'enroule sur la bobine F, en obéissant à deux mouvements distincts ; l'un qui détermine en quelque sorte la vitesse absolue ou primitive, l'autre qui établit la différence de cette vitesse avec celle des broches. Comme la vitesse absolue ne suit aucune progression régulière, le premier mouvement doit être invariable, en ce sens qu'il est établi sur des données fixes ; le second doit, au contraire, varier, de manière à faire changer la différence dans la proportion voulue.

Ces deux mouvements sont indépendants d'un troisième d'ascension et

de descente qui se combine avec les deux premiers, et que nous examinerons en son temps ; mais, avant de voir par quelle série de mécanismes les conditions précédentes sont remplies sur les bancs à broches, nous allons, d'après M. Oger, chercher les formules nécessaires pour les régler, en les combinant avec le mouvement de l'ailette, qui tourne toujours avec une vitesse constante et dans le même sens que la bobine.

« Si l'ailette ou la bobine tournait seule, il s'enroulerait autour de celle-ci autant d'*anneaux de coton* (1) que l'une ou l'autre ferait de révolutions.

« Si elles tournaient toutes deux dans le même sens et avec la même vitesse de rotation, le renvidage serait nul.

« Si elles tournaient en sens contraire, le nombre des anneaux qui se formeraient serait égal à la somme des deux rotations.

« Mais, lorsqu'elles tournent dans le même sens et avec des vitesses de rotation différentes, comme cela a lieu dans le banc à broches, le nombre des anneaux de coton qui s'enroulent autour de la bobine dans l'unité de temps, ou, en d'autres termes, le nombre de tours que ferait la bobine, tournant seule, pour renvider le coton livré dans l'unité de temps (ce qu'on appelle *rotation effective de la bobine*) est égal à la différence des rotations de la bobine et de l'ailette.

« Si donc, dans cette dernière hypothèse, l'ailette va plus vite que la bobine, nous aurons :

« Le nombre des anneaux de coton qui s'enroulent autour de la bobine dans l'unité de temps = la rotation de l'ailette — la rotation de la bobine.

« D'où (1re *formule*) la rotation de la bobine = la rotation de l'ailette — le nombre des anneaux de coton qui s'enroulent autour de la bobine dans l'unité de temps.

« Si la vitesse de rotation de l'ailette est moindre que celle de la bobine, on aura :

« Le nombre des anneaux de coton qui s'enroulent autour de la bobine dans l'unité de temps = la rotation de la bobine — la rotation de l'ailette.

« D'où (2e *formule*) la rotation de la bobine = la rotation de l'ailette + le nombre des anneaux de coton qui s'enroulent autour de la bobine dans l'unité de temps.

« Ces deux formules se réunissent en une seule qui est celle-ci :

« (3e *formule*) La rotation de la bobine = la rotation de l'ailette ± le nombre des anneaux de coton qui s'enroulent autour de la bobine dans l'unité de temps.

« On prend le signe + ou le signe —, selon que la vitesse de rotation de la bobine est plus ou moins grande que celle de l'ailette.

« Mais la longueur totale des anneaux de coton qui s'enroulent autour de la bobine dans l'unité de temps, ou bien, la longueur de la mèche fournie par les cannelés dans le même temps, est égale à celle d'un seul anneau, c'est-à-dire à la circonférence de la bobine, multipliée par le

(1) On appelle *anneaux de coton* les circonférences en fil qui, par leur réunion, forment une couche sur la bobine.

nombre des anneaux. Donc le nombre des anneaux qui s'enroulent autour de la bobine dans l'unité de temps, est égal au quotient de la longueur de la mèche, divisé par la circonférence de la couche formée sur la bobine : ainsi l'égalité peut prendre une forme très-commode pour les applications, et devient :

(4e *formule.*) La rotation de la bobine = la rotation de l'ailette

$$\pm \frac{\textit{La longueur de la mèche fournie dans l'unité de temps}}{\textit{La circonférence de la couche qui se forme sur la bobine}}.$$

« Désignons par u la rotation de la bobine;
par v la rotation de l'ailette;
par V la longueur de la mèche fournie dans l'unité de temps;
par pd la circonférence de la couche qui se forme sur la bobine;
et par S le nombre des anneaux de coton qui s'enroulent autour de la bobine dans l'unité de temps, ou bien le nombre de tours que ferait la bobine, tournant seule, pour renvider le coton livré par les cannelés dans l'unité de temps; alors les formules précédentes deviennent :

1re $u = v - S$
2e $u = v + S$
3e $u = v \pm S$
4e $u = v \pm \frac{V}{pd}$

« Ainsi, par exemple, la longueur de la mèche fournie dans l'unité de temps étant supposée de 900 m/m, la circonférence de la couche qui se forme étant de 90 m/m et la rotation de la broche de 30 tours; on trouvera d'après la dernière formule, pour la rotation de la bobine

$$u = 30 \pm \frac{900}{90}$$

« Généralement, dans les bancs à broches en gros, la bobine tourne plus vite que la broche ou que l'ailette; dans les bancs à broches en fin, au contraire, c'est la broche qui tourne plus vite que la bobine. »

Pour effectuer les mouvements nécessaires à la formation des bobines, il est nécessaire de les passer successivement en revue et, à cet effet, de les subdiviser ainsi :

Vitesse primitive des bobines.
Vitesse réelle à la première couche.
Vitesse réelle à la dernière couche.

Dans cette subdivision, nous aurons naturellement à faire l'examen du mouvement différentiel auquel nous avons réservé un article complet.

Vitesse primitive des bobines. L'arbre moteur A porte sur le milieu de sa longueur une roue d'angle L, fixée sur la douille d'une roue droite M, et lui communiquant par suite le mouvement; on comprend, dès lors, que

cette roue doit être folle sur l'arbre A, et obéir à l'impulsion simultanée de la roue d'angle L', calée sur l'arbre moteur, et de la roue L, qui le reço t des deux autres N et N'. A son tour, elle transmet son mouvement à la roue droite J par l'intermédiaire K, fixée sur la charnière Q, et commande ainsi l'arbre horizontal R, du 2e rang des esquives (1). Ici se présentait, dans la construction, un problème assez difficile à résoudre. Il fallait transmettre le mouvement de cet arbre à toutes les esquives sur lesquelles reposent les bobines, malgré la différence de plans dans lesquels sont placés cet arbre et ces bobines. Les roues d'angle étant adoptées pour la commande des broches, on a également songé à l'emploi des mêmes roues, mais en faisant concourir leurs dents vers un point excentré de chacun de leurs plans respectifs (fig. 2 et 3, pl. 32) pour la possibilité de l'engrenage.

Cette disposition n'est certainement pas rationnelle en mécanique, et, entre autres inconvénients, elle a celui de s'user promptement; mais, si l'on considère la faible force motrice dépensée par ces roues et la simplicité qu'elles procurent dans la transmission, on ne sera pas étonné de voir leur adoption presque générale dans les bancs à broches à engrenages. Nous devons dire toutefois qu'on emploie également avec succès une commande mixte par roues d'angle et par roues droites, qui n'a d'autre défaut que celui de la complication. Dans ce système, un pignon d'angle vertical sert de moteur à quatre roues droites horizontales ou à quatre broches.

Ainsi donc, ce sont des roues d'angle v', commandant les pignons ou esquives x', qui règlent le mouvement des bobines et qui le transmettent au premier rang des esquives ou à l'arbre horizontal R, par deux roues égales S S' placées à l'intérieur du bâtis d'extrémité V^3 (côté opposé à la commande). Des roues et des pignons excentrés a^2 et b^2 conduisent de la même manière cet arbre du premier rang.

Comme on le voit, il y a entre la commande inférieure ou celle des broches, et la commande supérieure ou celle des bobines, identité parfaite c'est-à-dire que leurs roues sont égales entre elles. Il y a donc aussi entre les deux systèmes de mouvement identité parfaite, puisque d'un autre côté les roues G et H et celles M et J, se commandant par intermédiaire, ont entre elles le même nombre de dents et, par suite, la même vitesse. Or, cette vitesse serait constante, si aucune circonstance n'altérait leur marche. C'est justement ce que l'on appelle le *mouvement primitif des bobines*. Il est, comme on vient de s'en rendre compte, parfaitement égal à celui des broches, c'est-à-dire de 3t 33 pour un tour de l'arbre principal, et c'est ce qui doit être, car autrement il serait impossible d'établir dans la différence une progression régulière.

Cette différence nous amène naturellement à examiner ici le *mouvement*

1. On appelait *esquive* dans les bancs à broches à cordes, la poulie à gorge qui recevait et commandait les bobines; par analogie, on donne ce nom, qui nous paraît impropre, aux pignons d'angle à plateaux commandant ces dernières et solidaires avec elles.

différentiel, dont l'application s'étend de jour en jour non-seulement aux machines de filature, mais aussi à une infinité d'appareils susceptibles de le recevoir (1).

Du mouvement différentiel. Ce mouvement existe toutes les fois que l'impulsion qu'un engrenage reçoit d'un autre se trouve accélérée ou retardée par un second système indépendant du premier. Le mouvement différentiel est donc apte, indépendamment de la vitesse décroissante qu'il transmet au chariot porte-bobines, comme nous le verrons plus loin, à donner à la bobine une vitesse, soit croissante, soit décroissante, suivant que la roue, dite *différentielle*, marche dans le même sens ou en sens opposé de l'arbre moteur.

Aux bancs à broches en fin, cette roue différentielle marchant dans le sens de l'arbre moteur, la vitesse de la bobine est croissante et toujours moindre que la vitesse de la broche. Aux bancs à broches en gros, cette roue, tournant dans le sens opposé, communique à la bobine une vitesse décroissante toujours plus grande que la vitesse des broches.

Nous avons reconnu la disposition des roues d'angle L et L′ par rapport à l'arbre moteur, et nous avons dit que cette dernière le recevait de deux autres intermédiaires N N′. Ces quatre roues sont égales; mais les deux dernières, au lieu d'être montées sur des arbres fixes, sont au contraire ajustées folles sur deux tourillons y', dépendant de la roue P, et en formant en quelque sorte les rayons. Cette circonstance modifie complétement la vitesse qui, sans cette altération, serait exactement maintenue pour les bobines à l'état primitif, c'est-à-dire à 3ᵗ 33. Or, les roues intermédiaires étant animées de deux mouvements de rotation, l'un autour de leur axe, transmis par la roue L′, et l'autre autour de l'arbre moteur, transmis par la roue différentielle, produisent les différences sans cesser pour cela de servir d'intermédiaire entre L′ et L, car la roue P tourne autour de l'arbre A, sans être entraînée par lui, mais commandée par le pignon O, qui lui-même reçoit son mouvement du cône. Hâtons-nous de rendre ceci plus sensible par un résumé et par une application directe.

La roue L′, qui est fixée sur l'arbre A, communique le mouvement à celles L et M, qui sont fixées ensemble sur la douille de cette dernière; cette communication est établie au moyen de la roue N qui tourne avec la roue P, sous l'impulsion du pignon O. Les quatre roues d'angle étant égales, si la roue N, intermédiaire entre elles, demeurait immobile sur son axe, les données primitives seraient exactes. Le déplacement de N doit donc produire la différence.

Supposons que les roues L′ et P tournant dans le même sens fassent, la première 10 révolutions, pendant que la seconde en fait une, il arrivera que la roue N, entraînée par P, aura reculé devant l'impression des dents de L′, et *esquivé* pour ainsi dire un des tours de cette dernière. En effet, si

(1) Voir Publication industrielle, vᵉ volume, page 386.

la roue L′ a accompli 10 révolutions, il est bien vrai que toutes ses dents ont passé 10 fois au point de départ; mais la roue N engrenant avec elle n'est pas restée à sa place primitive et n'y est revenue qu'après avoir fait le tour de l'arbre; elle n'a donc subi en réalité que neuf fois l'impression des dents de L′, et comme on admet qu'elle ait le même nombre de dents, elle n'aura fait que 9 tours pendant que l'autre en faisait 10. Ainsi, chaque révolution que la roue N accomplit avec la roue P, autour de l'arbre moteur, lui fait éviter un tour de la roue L′, et diminue par conséquent d'autant le nombre des révolutions qu'elle accomplit sur son axe.

D'où il suit que la vitesse de la roue N est égale à celle de la roue L′, moins celle de la roue différentielle P.

En suivant les raisonnements donnés par M. Coquelin dans son *Traité de filature mécanique*, on arrive à rendre ceci plus sensible par un raisonnement qui s'applique à la fois aux deux roues L′ et L.

Les trois roues L′, N, L, ont le même nombre de dents, et comme chaque dent de l'une entraîne nécessairement une dent de l'autre, les mêmes dents en contact se correspondront toujours. En se représentant L′ et P tournant l'une et l'autre avec des vitesses inégales, dans le sens des flèches (fig. 9 et 10, pl. 33), pendant que L tourne en sens contraire, on verra comment la rencontre des mêmes dents s'effectue. Choisissons sur la roue L′ celle qui se trouve au sommet: dans son mouvement, cette dent se porte d'abord en avant, passe sous l'arbre A′, et revient par l'autre côté à son point de départ. Quand elle y arrive, la révolution de la roue L′ est accomplie; cependant cette dent n'a pas encore rencontré la roue N, qui est descendue plus bas, entraînée par P; elle ne la rencontrera que lorsqu'elle aura regagné toute la distance parcourue par cette dernière. Supposons qu'elle ait gagné cette distance, elle rencontrera nécessairement sur la roue N la même dent avec laquelle elle était précédemment en contact. Or, cette dernière n'aura accompli à ce moment qu'une révolution entière, puisqu'elle se trouvera à l'extrême droite de son axe, tandis que la dent de la roue L′ aura accompli une révolution, plus la distance parcourue par P.

La vitesse de L′ excède donc, en effet, celle de N de toute la vitesse de P, ou, ce qui revient au même, la vitesse de N égale celle de L′, moins celle de P.

Choisissons de même sur la roue L, la dent qui se trouve au sommet de la roue. Au lieu de revenir en avant, elle fuit derrière l'arbre moteur pour revenir ensuite par dessous. Or, comme dans le même temps la roue N descend en avant, entraînée par celle P, il est évident que cette dent rencontrera la roue N avant d'être revenue à son point de départ, c'est-à-dire avant que la révolution de la roue N soit entièrement accomplie: il s'en faudra de toute la distance parcourue par la roue P. Cependant, à ce moment, N aura accompli sa révolution tout entière, puisqu'elle présentera à la dent de la roue L, la même dent qui lui correspondait auparavant. Ainsi, pendant que N fait une révolution, L en fait une, moins la distance par-

courue par la roue P. Il suit de là que, pour chacune des révolutions de la roue P, L en fait une de moins que N, et comme N en fait aussi une de moins que L′, L en fait deux de moins que L′.

Donc, la vitesse de L égale la vitesse de L′, moins deux fois la vitesse de P.

Pour faire voir tout ceci encore plus clairement et ramener ces considérations à notre première hypothèse, disons que, si la roue L′ fait 10 tours pendant que la roue P en fait 1, la roue N en fera dans le même temps 9, et la roue L, 8.

Ce qui revient à dire que la rotation de la bobine est toujours égale à la rotation de l'arbre moteur $\mp$ 2 fois la rotation de la roue différentielle, le tout multiplié par la rotation des broches. On prend le signe + quand la bobine tourne plus vite que la broche, et le signe — quand elle tourne moins vite.

Il est facile de comprendre maintenant tout le système du mouvement des bobines : à ne considérer que l'impulsion primitive donnée par l'arbre A, au moyen des roues L′, L et M, la vitesse des bobines serait exactement la même que celle des broches. Mais la roue P, qui s'interpose en L′ et L, vient établir une différence, aussi porte-t-elle le nom de *roue différentielle*. Dès lors, en agissant sur cette roue de manière à graduer son mouvement, on peut augmenter ou diminuer à volonté la différence. On a vu que cette différence doit être en raison inverse du diamètre des bobines, par conséquent la vitesse de P doit être aussi en raison inverse du diamètre.

M. Alcan établit ainsi mathématiquement la démonstration du mouvement différentiel que nous venons de décrire.

« Étant données une vitesse constante et une variable, obtenir une vitesse égale à leur différence ou à leur somme.

Soient L′ L (fig. 29, pl. 33) deux roues de rayons R R′, pouvant tourner librement sur un axe A ; une troisième roue également libre d'un rayon R″ : cette dernière porte sur un axe Y′, perpendiculaire à son plan, deux roues N N′ de rayons $r r'$, engrenant avec L′ L ; on a évidemment la relation

$$R - R' = r' - r \text{ dans la position N N}'$$
$$R - R' = r + r' \text{ dans la position N}'' \text{ N}'''$$

Avant de communiquer le mouvement, appelons V V′ V″, les vitesses angulaires de L′ L P

$$L' = R\,V$$
$$L = R'\,V'$$
$$P = R''\,V''$$

Supposons maintenant :

1° L immobile et P se mouvant; cherchons quelle sera la vitesse V pour une révolution de P, c'est-à-dire pour $V'' = 1$.

Les roues N N′ sont folles sur leur axe, mais solidaires entre elles.

La roue P se mouvant, N et N′ vont avoir un mouvement de translation autour de L′ L, et, en outre, chacun de leurs points décrira une épicycloïde.

L fixe, N′ est obligé de se mouvoir autour de son axe, et pour un tour de P, son nombre de tours sera $\frac{R'}{r'}$.

N lié à N′ aura aussi décrit le même nombre de tours et entraîné L′ par son double mouvement de translation et de rotation, de manière que L′ aura fait un nombre de tours :

$$\left.\begin{array}{l} 1^\circ \text{ pour la translation} = 1 \\ 2^\circ \text{ pour la rotation de N} \times \frac{R'}{r'} \times \frac{r}{R} \end{array}\right\} 1 + \frac{r}{R} \times \frac{R'}{r'}.$$

En effet, pour un tour de N, L′ fait $\frac{r}{R}$, et N faisant comme N′ $\frac{R'}{r'}$, L′ fera $\frac{r}{R} \times \frac{R}{r'}$,

On a donc :

$$V : V'' :: \left(1 + \frac{r}{R} \times \frac{R'}{r'},\right) : 1.$$

Donc pour une vitesse angulaire V″ de P, on a :

$$V = V''\left(1 + \frac{r}{R} \times \frac{R'}{r'}\right).$$

Supposons maintenant P immobile ou $V'' = 0$; L mobile ; N′ va prendre une vitesse $x = V' \frac{R'}{r'}$, car :

$$V' : x :: r' : R'$$

N aura la même vitesse $V' \frac{R'}{r'}$,

Enfin L′ aura une vitesse V ;

Et on a :

$$V : V' \frac{R'}{r'} :: r : R, \text{ et } V = V' \frac{R'}{r'} \times \frac{r}{R} \text{ pour } V'' = 0.$$

Enfin, si P et L se meuvent en même temps, mais avec des vitesses différentes, et si elles marchent dans le même sens, les deux valeurs de V s'ajouteront.

Si elles marchent en sens contraire V sera égal à leur différence, et on a :

$$V = V' \frac{R' r}{R\ r'} \pm V'' \left(1 + \frac{R' r}{r' R}\right)$$

Si on fait L′ et L de même rayon R = R′, qu'on les fasse engrener avec une seule ou deux roues coniques N N′ portées par la roue droite différentielle P, L et P, se mouvant, on aura, puisque $R = R'$, $r = r'$:

$$V = V' \pm 2\ V''$$

quel que soit le diamètre de N ; c'est-à-dire que la vitesse résultante V sera toujours égale à celle de la roue motrice L′ ± le double de celle différentielle. »

Ce dernier cas trouve son application directe dans le banc à broches que nous décrivons, car d'après ce que nous avons dit plus haut

V vitesse de la roue L′ = 10 tours.
V′ » de la roue L = 8 tours.
V″ » de la roue P = 1 tour.

C'est-à-dire : $V' = V - 2V''$, ou $8 = 10 - 2$.

Pour les bancs en gros on aurait :

$$V = V' + 2V'', \text{ ou } 10 = 8 + 2.$$

Pour obtenir la vitesse réelle de la roue différentielle, il est nécessaire d'en examiner la commande.

Sur l'arbre à rainure C se promène une poulie à joues T, munie d'une languette qui y pénètre, et qui la force de tourner avec lui, en lui laissant la faculté de glisser le long de l'arbre et de commander le cône U par la courroie X. Comme cette courroie doit envelopper dans sa marche les différents diamètres du cône, on l'a munie d'un tendeur énergique Y, suspendu par les deux liens e^2, que la broche f^2 réunit, et qui suivent constamment la marche de la poulie T. Mais l'axe du cône porte à son tour un pignon A′ engrenant avec une roue j^2 fixée sur le tourillon k^2, et commandant en dernier ressort le pignon O de la roue différentielle ; c'est donc le résultat de cette transmission qui détermine la vitesse que nous cherchons.

Or, nous avons vu que l'arbre C marchait avec une vitesse de 0t 652, le cône U, en raison de son diamètre plus petit, marchera donc ainsi que le pignon A′ avec une vitesse de

$$138 \div 45 = 3{,}066 \times 0^t\,652 = 1^t\,999$$

et le pignon O avec une vitesse de :

$$14 \div 50 = 0{,}24 \times 1^t\,999 = 0^t\,479.$$

La roue différentielle commandée par ce pignon fera donc :

$$11 \div 90 = 0{,}122 \times 0^t\,479 = 0^t\,0584.$$

Vitesse réelle à la première couche. — D'un autre côté nous avons reconnu, 1° que la longueur du coton à renvider, c'est-à-dire la longueur fournie par l'étireur de devant h^2, était égale à $36^{mm}87$; 2° que la circonférence du fût ou bobine était égale à :

$$30 \times 3.1416 = 94^{mm}\,24.$$

Il faudra donc ;

$$\frac{36{,}87}{94{,}24} = 0{,}39 \text{ tours effectifs}$$

pour renvider cette longueur de mèche ; ou, en d'autres termes, la rotation réelle des bobines devra être retardée de cette quantité sur celle des broches et devenir ainsi :

$$3,33 \text{ vitesse primitive} - 0,39 = 2^t 94$$

rotation réelle des bobines à la première couche.

Suivant ce que nous avons dit plus haut, la rotation des bobines à la première couche est encore égale à la rotation de l'arbre principal moins deux fois la rotation de la roue différentielle, le tout multiplié par la vitesse des broches, c'est-à-dire,

$$3,33 - (2 \times 0,0584) = 2^t 94.$$

Vitesse réelle à la dernière couche. — La courroie, qui d'abord est placée sur la partie la plus exiguë du cône ayant un diamètre de 0m 045, doit se trouver, lorsque la bobine est terminée, sur la partie la plus grande qui en a un de 0m 120. Elle doit donc passer successivement sur des diamètres intermédiaires capables d'augmenter la vitesse des bobines, à mesure de leur accroissement de grosseur, et de diminuer celle du chariot qui les porte. C'est, en effet, ce qui arrive à chaque course de celui-ci et toujours suivant une même quantité.

Or, les données vont se transformer ainsi :

Longueur du coton à renvider.	36mm	87
Diamètre de la bobine.	80	35
Circonférence de ladite.	252	32

Par conséquent, en opérant comme précédemment, on aura

$$\frac{36,87}{252,32} = 0,142 \text{ tours effectifs}$$

pour renvider la mèche fournie par les cannelés.

La rotation réelle est donc retardée de cette quantité sur celle des broches, et devient :

$$3,33 - 0,142 = 3,18$$

rotation réelle des bobines à la dernière couche.

On voit que ce nombre se rapporte à celui que l'on trouverait en cherchant la vitesse de la roue différentielle (voir le tableau des vitesses, pages 418 et 419), multipliée nécessairement par 2 et par 3, 33 vitesse des broches, ou

$$3,33 - (2 \times 0,0218) = 3,18.$$

L'examen de ces deux vitesses à la première et à la seconde couche fait bien voir qu'à mesure que le diamètre de la bobine augmente, sa vitesse augmente aussi. Cela tient, comme nous l'avons dit, à ce qu'il ne faut pas, pour régler le mouvement, faire porter le calcul sur la vitesse absolue des bobines, mais bien sur la différence de cette vitesse avec celle des broches,

car l'envidage étant produit par la broche tournant avec une vitesse uniforme, il faut qu'à chaque tour ou chaque augmentation de diamètre, cet enroulement puisse se faire exactement, et comme la vitesse des broches ne peut augmenter de la même manière, c'est à la bobine à y suppléer par un léger accroissement successif. On obtient ainsi pour chaque tour de la broche, un envidage égal à la mèche développée par les cannelés, dû au mouvement différentiel qui augmente la vitesse de la bobine. Dans les bancs en gros, les conditions sont inverses, la bobine diminue graduellement de vitesse tout en restant supérieure par sa rotation à la broche qui tourne moins vite qu'elle. Cette différence est due toujours à la roue différentielle, qui marche, dans ce cas, en sens contraire de l'arbre moteur.

MOUVEMENT DU CHARIOT. — Les broches qui reposent par leur partie inférieure sur les crapaudines l', distancées également et fondues avec le porte-crapaudines C′, sont aussi maintenues vers le milieu de leur hauteur par de longs collets ou douilles en fonte l^2, dressées dans leur rainure, par lesquelles elles s'assemblent au chariot ou porte-collets D′. Suivant la longueur des bancs, ce chariot peut se fondre en une seule ou en deux parties, réunies par des boulons et supportées à chaque extrémité par les supports m^2 (fig. 1re, pl. 31, et fig. 5 et 6, pl. 33). Des coulisses n^2, passant dans les rainures E′ de chaque bâtis, maintiennent la régularité parfaite de l'ascension; l'ajustement de cette dernière partie doit être très-précis, afin de ne donner lieu à aucun frottement inutile susceptible d'employer une force motrice assez considérable.

On comprend déjà que le chariot D′ doit être animé d'un mouvement variable dans le même rapport que celui de la bobine; seulement, au lieu d'être accéléré comme celui-ci, il est retardé à mesure que les vitesses augmentent. C'est toujours le cône U qui le lui transmet par le glissement de la courroie, mais comme les bobines doivent affecter à leur extérieur une forme doublement conique, le mouvement de cet agent se combine avec un autre dû au mécanisme représenté en détail fig. 13 à 17, pl. 33. Ainsi, mouvement alternatif uniformément retardé, et diminution graduée de ce mouvement, telles sont les données qui nous restent à examiner.

Le premier est très-simple, et se transmet en premier lieu par la roue d'angle n^2 (fig. 1re) montée à l'extrémité du tourillon k^2, et engrenant alternativement avec un pignon double o^2, pouvant glisser à rainure sur l'arbre p^2, qui le porte. Cet axe fixe dans le support q^2, porte à sa partie inférieure un pignon d'angle r^2, commandant la roue d'angle s^2, et par suite le pignon droit t^2, monté sur le même axe ou goujon u^2, et transmettant définitivement le mouvement à l'arbre longitudinal F′, par la roue droite x^2, fixée sur ce dernier. Aux deux extrémités de cet arbre, c'est-à-dire aux deux extrémités de la machine, sont rapportés deux pignons d'angle f^4 menant les roues y^2, solidaires avec les arbres transversaux G′ qu'ils mettent en mouvement. C'est par un pignon droit e^4, fixé à chaque extrémité opposée de ces arbres et commandant les crémaillères J′ (fig. 4

5 et 31), boulonnées après le chariot, que celui-ci reçoit son mouvement de montée et de descente. Voyons donc de quelle manière il lui est communiqué alternativement, et à ce sujet décrivons le mécanisme qui rend les bobines coniques, avec lequel il se relie directement.

L'arbre à rainure C′ porte à son extrémité en dehors du bâtis V^2 une roue d'angle z^2, engrenant avec celle a^3 de même diamètre, montée à la partie supérieure de l'arbre vertical K′. Cette dernière roue présente des particularités assez remarquables : elle n'est pas munie de dents sur toute sa circonférence et est fondue avec une double came N^3, sur laquelle appuie constamment une forte lame de ressort b^3 (fig. 1, pl. 31, et fig. 11 et 12, pl. 33). L'interruption des dents est nécessaire pour laisser tourner librement la roue a^3, pendant une certaine période de temps, et la came à ressort pour forcer justement cette action intermittente. Ce n'est pas tout, l'arbre K′ porte encore, vers les deux tiers de sa hauteur, une autre came N^2 (fig. 19 et 20, pl. 33), également à deux pattes, et vers la partie inférieure un excentrique O′ (fig. 17, même planche), et un pignon c^3, donnant le mouvement par deux roues intermédiaires d^3 et e^3 à la roue de commande f^3 du second arbre vertical K^2. Remarquons que ces arbres tournent dans les crapaudines g^3 h^3, du support P′, et que le second K^2, porte à sa partie supérieure un pignon en fer Q′, commandant la longue crémaillère T′ qui déplace la courroie du cône et lui fait affecter par rapport à celui-ci diverses positions. Outre sa crapaudine l'arbre K′, qui doit supporter des secousses ou des efforts continuels, est maintenu au bâtis V^2 par les supports i^3 j^3 qui lui servent de collets; l'arbre K^2 est maintenu seulement à ses deux extrémités.

La came N^2 a ses deux pattes k^3 k^4, situées à différentes hauteurs, afin de glisser alternativement sur les écrous U′ U^2, dépendant du chariot K′ et dont il est nécessaire de donner ici une analyse détaillée. Ce chariot portant deux vis l^3 l^4, traversant les écrous précédents, est boulonné sur un support m^3, qui fait corps avec le porte-collets des broches ou le chariot des bobines D′. Il porte dans ses coussinets n^3, un arbre carré Y′, solidaire avec le support supérieur m^3 et portant d'un côté une roue q^3, engrenant et recevant le mouvement de la crémaillère T′. La roue p^3, qui permet le libre mouvement d'ascension et de descente du chariot obéissant au porte-collets, et par suite de l'arbre qui y est adhérent et sur lequel elle est enfilée, est très-bien disposée pour donner dans tous les cas le mouvement de rotation aux deux vis par leurs deux pignons r^3 s^3 et par le 3e t^3, monté sur le prolongement de l'une d'elles. Il résulte de cette disposition que les vis vont recevoir une vitesse égale; mais comme elles sont tenues par leurs collets dans les brides ou tourillons u^3 v^3 x^3, il s'ensuit qu'elles ne pourront ni monter ni descendre et que leurs écrous seuls seront aptes à effectuer ce mouvement. Observons pour cela qu'ils traversent la plaque X′, leur servant à la fois de coulisses et de point d'appui, et que le mouvement qu'ils reçoivent est inverse, c'est-à-dire que l'un monte lorsque l'autre

descend, ce qui permet leur rapprochement ou leur éloignement alternatif.

Le mécanisme étant bien entendu, il devient facile de se rendre compte de la manière dont il opère relativement aux autres pièces du banc pour produire la conicité des bobines aux deux bouts; il est néanmoins nécessaire de dire auparavant quelques mots du mécanisme qui produit la montée et la descente pure et simple. Nous avons déjà dit qu'un excentrique O′ était monté à la partie inférieure de l'arbre K′, nous ajouterons qu'il est embrassé par une fourchette y^3, se boulonnant sur la longue tringle coudée z^3, et que celle-ci, munie à son extrémité opposée de la courte bielle a^4 et de la fourchette b^4, fait engrener alternativement l'un ou l'autre des pignons dont se compose la roue double o^2 : c'est assez dire que par suite de cet engrenage simultané, toutes les roues de commande qui transmettent le mouvement à la crémaillère J′ du porte-collets, tournent alternativement dans un sens ou dans l'autre et font par suite mouvoir le chariot de la même manière.

Le mouvement vient du pignon d'angle z^2 et se transmet aux arbres K′ K^2 par les divers engrenages ainsi qu'à l'arbre carré Y′, par la crémaillère et son pignon. Le support X′ boulonné au chariot, suit son mouvement d'ascension et de descente tout en commandant lui-même le mécanisme qu'il porte. Ainsi la came N^2 fixée sur l'arbre K′ tend toujours à tourner au moyen du ressort qui agit sur la came double supérieure N^3 en pressant sur l'une de ses parties angulaires, mais, arrêtée par les écrous U′ U^2, sur lesquels elle appuie ses parties aciérées c^4, elle est obligée d'avoir un instant de repos. D'un autre côté le mouvement imprimé à l'arbre carré a fait rapprocher les écrous jusqu'au moment où le contact cessant entre les deux pièces, la came N^2 échappe, fait tourner l'arbre sur lequel elle est montée, l'entraîne et fait engrener le pignon a^3 avec la roue z^2, qui tournant continuellement, le mène aussi avec régularité pendant un espace angulaire égal à huit de ses dents. Arrivé à l'endroit interrompu ou non denté, la roue z^2 cesse de commander, le pignon s'arrête par cette raison, comme aussi par le contact des écrous et de la came N^2, et le tout reste fixe aussi longtemps que le chariot doit monter ou descendre. A la fin de la course, l'échappement a lieu de nouveau et le mouvement se répète comme précédemment. Jusqu'à présent, nous n'avons considéré que la partie supérieure de l'arbre K′; sa partie inférieure profite néanmoins de ses mouvements intermittents, car l'excentrique O′, poussé d'un tiers de tour en raison de ce que le pignon a^3, composé de 24 dents, a deux interruptions symétriques de quatre, fait agir son système de tringles et de leviers et transmet le mouvement à la roue, ce qui change immédiatement le sens de la course du chariot. Mais cette course diminue à mesure que les bobines grossissent, il faut donc que la marche du chariot suive la même proportion; c'est ce qui a lieu à chaque course par l'échappement de la came qui est retardé d'autant plus que le chariot marche moins vite ou que les deux écrous s'éloignent davantage.

Pour que la marche du chariot soit régulière et que les engrenages qui le commandent n'aient pas plus d'efforts à vaincre pour la marche ascendante que pour la marche descendante, il fallait de toute nécessité équilibrer ce chariot dans un rapport variable comme le nombre des broches. On a dans ce but fixé à des chaînes de Galle m^4, assemblées au chariot D' en passant sur des poulies de renvoi n^4, des contre-poids en fonte B^2, qui balancent continuellement le poids du mécanisme mobile et permettent de ne faire supporter aux engrenages que des efforts réguliers.

De même que nous avons calculé les vitesses des bobines à la première et la dernière couche, nous calculerons celles du chariot mobile dans le même rapport, en renvoyant toujours au tableau que nous donnons plus loin, et en ayant toujours égard à un tour de l'arbre moteur.

Ainsi, la vitesse du pignon A' = 1ᵗ 999.

Les diverses roues ou pignons qui le transmettent à la crémaillère la réduisent à :

$$\frac{13 \times 14 \times 17 \times 17 \times 18}{50 \times 25 \times 64 \times 80 \times 64} = 0,002$$

ou rapport entre les deux vitesses,

$$\text{d'où} \quad 0,002 \times 1^t\,999 = 0^t\,0039$$

vitesse de la dernière roue y^2 de 64 dents.

Or, le pignon droit qui commande les crémaillères marchera à cette vitesse, puisqu'il est monté sur le même arbre, et développera à la circonférence une longueur de

$$54^{mm} \times 3,1416 = 169,64 \times 0^t\,0039 = 0^{mm}00066$$

qui est précisément la longueur d'ascension ou de descente du chariot à la première couche.

Un calcul analogue nous permet de déterminer les vitesses à la dernière couche.

Dans ce cas, la vitesse du pignon A' = 0ᵗ 749.

Le rapport qui existe entre les diverses roues qui le transmettent à la crémaillère la réduit à :

$$0,002 \times {}^t749 = 0^t\,00149$$

vitesse de la dernière roue y^2, et

$$169,64 \times 0^t\,00149 = 0^{mm}000252$$

longueur développée à la circonférence du pignon e^1 ou longueur d'ascension ou de descente du chariot à la dernière couche.

Mouvement du cône. — Le cône U, qui joue un si grand rôle dans les fonctions du banc à broches, et que la méthode de notre description nous a

amené à décrire partiellement, se compose d'une partie conique en fonte U, fixée par ses extrémités sur un arbre en fer d^4, reposant d'une part, par son pignon A', sur l'intermédiaire j^2, qui lui sert de support, et de l'autre dans l'encoche d'une crémaillère mobile g^4 qu'on manœuvre à la main. Cette crémaillère, dont on a indiqué quelques détails sur les fig. 21 et 23, pl. 33, sert à élever le cône pour faire perdre à l'une de ses arêtes la position horizontale, qu'il occupe habituellement, et par suite à diminuer le contact de la courroie; on éprouve alors moins de difficulté pour la ramener, lorsqu'un bobinage est terminé et qu'elle atteint le plus grand diamètre. L'ouvrière chargée de la conduite du banc peut donc, à sa volonté, en faisant tourner la manivelle f^5, faire monter la crémaillère g^4 à diverses hauteurs, ce qui lui sert également pour régler son renvidage, et obtenir une très-grande douceur lorsqu'elle ramène la grande crémaillère T', ainsi que la poulie et la courroie qui lui sont adhérentes : cette dernière opération s'effectue à l'aide d'un petit treuil ou cylindre sur lequel s'enroule une corde fixée à la crémaillère T', et que l'ouvrière fait manœuvrer en temps utile. On comprendra facilement ces opérations en remarquant que la manivelle f^4 fait tourner dans son mouvement l'arbre h^4 sur lequel elle est montée, et avec lui (fig. 21) le pignon j^4. Ce pignon détermine de lui-même la hauteur convenable, car il est muni d'un arrêt pénétrant dans une des 3 encoches pratiquées dans la pièce i^4 fixée dans le bâtis V^2, et comme l'arbre sur lequel il est monté est muni d'un ressort à boudin, qui n'a pu être représenté, on conçoit qu'en poussant la manivelle pour dégager l'arrêt, lorsqu'on fait monter la crémaillère, il suffit de l'abandonner à un instant voulu, pour que l'énergie du ressort produisant son effet fasse pénétrer l'arrêt en question dans la pièce i^4, et l'y retienne convenablement pendant tout le temps qu'on le désire.

Nous avons vu que la courroie de la poulie passant sur le cône U et la poulie T était, au commencement de la formation des bobines, sur un diamètre de $0{,}45^{m}/^{m}$, tandis qu'à la fin elle en occupait un de 120; il faut donc que la courroie se déplace à mesure que les bobines grossissent : c'est ce qui arrive à chaque course du chariot, et toujours de la même quantité. En effet, l'arbre vertical K', qui fait un tiers de tour à chaque course du chariot, transmet, comme nous l'avons reconnu, cette vitesse modifiée à la crémaillère T', qui, étant liée invariablement avec le tendeur Y, oblige celui-ci à se déplacer avec sa courroie à chaque course du chariot, dans un instant d'autant plus court que le ressort est plus énergique.

Les différentes courses uniformes de la crémaillère peuvent se calculer aussi en faisant partir le mouvement du pignon z^2, marchant, comme on sait, à une vitesse de $0^t\,652$,

$$\frac{17}{64} = 0{,}265 \times 0^t\,652 = 0^t\,173$$

vitesse du pignon j^3, et par suite vitesse du pignon Q', commandant la

crémaillère. Celui-ci, en raison de la longueur développée à sa circonférence, marchera et fera marcher la crémaillère d'une longueur de :

$$24 \times 31416 \times 0^{t}\,173 = 0^{m}\,0132$$

par course du chariot ou par couche de coton.

De la détente. — A la fin d'une opération complète, c'est-à-dire lorsque la crémaillère T' et la courroie X sont arrivées à l'extrémité de leur course, le mouvement doit s'interrompre pour permettre d'enlever les bobines, d'en replacer d'autres, de ramener le mécanisme à son état primitif, et de recommencer un second travail. Ce mouvement s'effectue par un mécanisme dépendant du banc à broches même.

A l'extrémité de la crémaillère Q' est fixée une équerre p^4 qui, à la dernière couche de la bobine, soulève la patte q^4 faisant corps avec la tringle x^4 (voir le détail, fig. 18), et portant un arrêt r^4 glissant dans une coulisse inclinée. Ce mouvement a dégagé le pignon Q' en inclinant l'arbre sur lequel il est monté, et fait basculer le support mobile C^2 autour de son axe s^4 et à l'aide du ressort t^4. Il résulte de ce mouvement que d'un côté le mouvement est arrêté à la crémaillère et aux pièces qui en dépendent, et qu'au même moment, la tringle supérieure u^4, glissant dans les supports D^2, a poussé un anneau v^4 dans lequel passe la courroie de commande, ce qui a promené cette dernière de la poulie fixe à la poulie folle, et a, par suite, arrêté complétement tout le mécanisme.

Lorsqu'on veut, dans le courant d'une opération, arrêter le métier, l'ouvrière pousse la tringle u^4 à la main, ce qui produit les mêmes effets, et quand, dans les deux cas, on veut recommencer à marcher, on pousse cette tringle en sens opposé, elle amène la courroie sur la poulie fixe, tend le ressort et remet l'arrêt de la patte dans son encoche.

Travail. — Prix. — D'après les observations faites dans plusieurs filatures qui se servent de ce système de bancs à broches à mouvement différentiel, le produit est de $0^{k}\,500$ N° 9, par broche et par journée de 12 heures, en donnant à ces broches une vitesse de 600 tours par minute.

Prises à l'atelier des constructeurs, ces machines reviennent à 40 fr. par broche pour les bancs en fin, et à 70 fr. environ pour ceux en gros (1). Elles sont garnies, partout où il y a des engrenages extérieurs, d'espèces de chapeaux mobiles y^4 qui protégent les ouvrières contre les accidents, et qui servent aussi à empêcher la poussière de s'introduire dans les dentures et les mouvements.

Nous donnons ci-après un tableau complet comprenant les dimensions et les vitesses de tous les organes de la machine, que nous avons calculées en supposant à l'arbre moteur une vitesse de 200 tours.

(1) C'est à M. Froelich, ancien ingénieur de la maison Pihet et Cie, que nous devons la communication des dessins du banc à broches; nous lui adressons ici nos sincères remerciements, autant pour cette communication intéressante, que pour les renseignements qu'il nous a transmis.

DÉSIGNATION DES ROUES OU DES ORGANES.	DIAMÈTRE en millimètres.	NOMBRE de dents.	PITCH ou pas anglais mesuré sur le diamètre.	
Pignon de torsion B, fixé sur l'arbre moteur A. (2)	96. 60	30.	3. 22	...
Intermédiaire q (3)	290. 39	90	3. 22	...
Roue r fixée sur l'arbre à rainure C	148. 12	46	3. 22	...
Roue s fixée également sur l'arbre à rainure (côté de la commande)	193. 20	60	3. 22	...
Roue t fixée sur le 1er rang des cylindres h^2	290. »	90	3. 22	...
Cylindre étireur h^2	27. »	»	»	...
Pignon u fixé sur le cylindre étireur à côté de la roue t	62. 28	36	1. 73	...
Roue v, dite *tête de cheval*	155. 70	90	1. 73	...
Pignon de rechange x	45. 25	25	1. 73	...
Roue y fixée sur le cylindre fournisseur	82. 04	48	1. 73	...
Cylindre fournisseur h	27. »	»	»	...
Pignon z fixé sur le cylindre fournisseur h	48. 44	28	1. 73	...
Pignon z' fixé sur le 2e cylindre fournisseur h'	38. 40	24	1. 73	...
Intermédiaire ou *malborough*, a'	95. 15	55	1. 73	...
Deuxième cylindre h'	25. »	»	»	...
Roue G fixée sur l'arbre moteur	193. 20	60	3. 22	...
Roue intermédiaire p'	193. 20	60	3. 22	...
Roue intermédiaire q'	225. 10	70	3. 22	...
Roue u' fixée sur l'arbre des broches	122. 36	38	3. 22	...
Roue H, fixée sur l'arbre (second rang de broches)	132. »	41	3. 22	...
Roue H' fixée sur l'arbre I' (premier rang de broches)	132. »	41	3. 22	...
Arbres I, I' des broches	»	»	»	...
Roues d'angle s' fixées sur les arbres des broches	97. »	38	2. 579	...
Pignons l' fixés sur les broches	46. 42	18	2. 579	...
Broches E	» »	»	»	...
Roue d'angle L fixée sur l'arbre moteur	140. »	35	4. »	...
Roues d'angle N, N' montées folles sur la roue differentielle P	140. »	35	4. »	...
Roue d'angle L' folle sur l'arbre moteur	140. »	35	4. »	...
Roue d'angle M fixée sur la roue d'angle L'	193. 20	60	3. 22	...
Roue intermediaire K suspendue à la charnière Q	228. 40	70	3. 22	...
Roue fixée sur l'arbre des esquives (second rang)	122. 36	38	3. 22	...
Arbre R, R' des esquives.	» »	»	»	...
Roues droites S, S' fixées sur les arbres des esquives	»	»	»	...
Roues d'angle r' commandant les esquives	97. 13	38	2. 579	...
Pignons d'angle, ou esquives x'	46. 42	18	2. 579	...
Fût ou bobine F. (5)	30. »	»	»	...
Poulie T fixée sur l'arbre à rainure	138. »	»	»	...
Cône (petit diamètre	45. »	»	»	...
Cône (grand diamètre (6)	120. »	»	»	...
Pignon fixé sur le cône	35. »	14	2. 50	...
Roue intermédiaire j^2	125. »	50	2. 50	...
Pignon O de la roue différentielle	35. 42	11	3. 22	...
Roue différentielle P	290. 39	90	3. 22	...
Pignon d'angle n^2 fixé sur le tourillon (7)	40. 56	50	3. 12	...
Roue double o^2 engrenant alternativement avec le précédent	78. »	25	3. 12	...
Pignon d'angle r^2 fixé sur l'axe de la roue précédente (8)	61. 2	17	3. 6	...
Roue d'angle s^2	232. 4	64	3. 6	...
Pignon droit t^2 monté sur le tourillon de la roue s^2 (9)	54. 74	17	3. 22	...
Roue droite x^2 fixée sur l'arbre longitudinal	257. 60	80	3. 22	...
Pignon d'angle f^1 monté à chaque extrémité du même arbre (10)	64. 8	18	3. 6	...
Roue d'angle y^2 fixée sur les arbres transversaux	232. 4	64	3. 6	...
Pignon droit e^1 fixé sur les mêmes arbres	54. »	15	3. 6	...
Crémaillère J' fixée avec le chariot et le commandant	» »	»	3. 6	...
Pignon d'angle fixé sur l'arbre à rainure	94. »	24	3. 79	...
Roue a denture interrompue a^3 (11)	91. »	16	3. 79	...
Pignon droit c^3 monté sur l'arbre K' (12)	42. 50	17	2. 50	...
Intermédiaire d^3	100. »	40	2. 50	...
Intermédiaire e^3	120. »	48	2. 50	...
Roue droite f^3 montée sur l'arbre K^2	160. »	64	2. 50	...
Pignon en fer Q' commandant la cremaillère et la courroie	24. »	12	2. »	...
Cremaillère T	» »	»	2. »	...

S EN FIN A MOUVEMENT DIFFÉRENTIEL.

VITESSE par un tour de l'arbre moteur (1).	VITESSE à la CIRCONFÉRENCE.	VITESSE par minute.	DIAMÈTRE des trous en millim.
1. »	»	200. »	34
»	»	»	24
0. 652	»	130. 40	30
»	»	»	30
0. 434	»	86. 80	25
0. 434	36m/m87	86. 80	»
0. 434	»	86. 80	25
0. 173	»	34. 60	13.5
»	»	»	13.5
0. 90	»	18. »	16
0. 90	7. 63	18. »	»
0. 90	»	18. »	19
0. 104	»	20. 80	19(4)
»	»	»	16
0. 104	8. 168	20. 80	»
1. 00	»	200. »	38
»	»	»	25
»	»	»	23
1. 579	»	315. 8	20
1. 579	»	315. 8	20
1. 579	»	318. 8	20
1. 579	»	318. 8	»
1. 579	»	318. 8	25
3. 33	»	666. »	16
3. 33	»	666. »	»
1. »	»	200. »	34
»	»	»	25
1. »	»	»	50
1. »	»	»	34
»	»	»	23
1. 579	»	318. 8	20
1. 579	»	318. 8	»
1. 579	»	318. 8	20
1. 579	»	318. 8	20
3. 33	»	666. »	20
3. 33	314. »	666. »	»
0. 652	»	130. 40	29
1. 999	»	399. 8	27
0. 749	»	149. 8	27
0. 999	»	299. 8	16
0. 749		149. 8	
»	»	»	17
0. 479	»	95. 8	17
0. 179		25. 8	
0. 0584	»	11. 68	34
0. 0218		4. 36	
»	»	»	17
0. 249	»	49. 8	17
0. 093		18. 6	
»	»	»	17
0. 066	»	13. 2	25
0. 024		4. 8	
»	»	»	»
0. 014	»	2. 8	27
0. 005		1. 0	
»	»	»	»
0. 003	»	0. 6	25
0. 0014		0. 28	
0. 0039	0. 66	0. 18	22
0. 00149	0. 237	0. 29	
0. 66	»	0. 132	»
0. 237		0. 0474	
0. 652	»	130. 40	30
»	»	»	25
»	»	»	16
»	»	»	15
»	»	»	15
0. 173	»	34. 60	25
0. 173	13. 04	34. 60	18
13. 04	»	260. 08	»

OBSERVATIONS.

(1) La vitesse normale adoptée pour les bancs à broches en fin est habituellement de 600 tours ; néanmoins on leur fait effectuer un travail plus considérable suivant le degré du numéro comme suivant les matières que l'on y travaille.

Nous supposons dans nos calculs une vitesse de 666 tours à la broche, soit 200 tours à l'arbre moteur. Suivant M. Alcan, on irait dans certaines contrées jusqu'à 800 tours pour les numéros extrà-fin.

(2) Rechange de 28 à 40 dents.

(3) La vitesse des intermédiaires est quelconque, ceux-ci ne servant qu'à transmettre le mouvement dans le sens convenable ou à unir deux mouvements trop éloignés.

(4) Carré.

(5) 3. 33 vitesse primitive.

(6) Les rapports entre les vitesses successives du cône et de la poulie qui le commande sont essentiellement variables ; on n'a seulement indiqué ces derniers que relativement à la vitesse des première et dernière couches de coton.

(7) Ce pignon suit évidemment les mêmes variations que celui de la roue différentielle.

(8) Même observation que précédemment relativement à ce pignon et à la roue double.

(9) Même vitesse que la roue d'angle z^2.

(10) Même vitesse que la roue x^2.

(11) Vitesse égale au pignon d'angle z^2, lorsqu'il y a engrenage; vitesse nulle, lorsqu'il y a contact par la partie interrompue.

(12) Même observation.

OBSERVATIONS. — Nous terminerons la description du banc à broches par quelques considérations pratiques sur la marche générale de ces appareils, sur leur vitesse, la manière de les régler, etc., considérations que nous empruntons à M. Oger.

« Il faut que le banc à broches soit monté avec la plus grande précision dans toutes ses parties : c'est de cette condition que dépend la régularité de sa marche. En effet, si le chariot ou porte-collets n'était pas parfaitement droit, d'aplomb et de niveau, ainsi que les broches, il serait gêné dans sa marche ascendante, et ne produirait qu'un mouvement saccadé, qui nuirait beaucoup à un fil peu tordu.

« Il convient aussi, lorsque l'on monte un banc à broches neuf, de faire polir tous les frottements, principalement les gorges des supports des cannelés, ainsi que les trous du porte-collets dans lesquels passent les broches. Cette précaution prise, le banc marchera bien et s'usera beaucoup moins.

« Le banc à broches est de toutes les machines qui servent à filer le coton, celle qu'il faut entretenir le plus proprement, à cause de la précision qui doit constamment exister dans les mouvements de toutes ses parties. Un banc ne se dérange, le plus souvent, que parce qu'il a besoin d'être nettoyé. Ce sont principalement les broches et les bobines qu'il faut soigner; car le renvidage ne peut s'opérer qu'autant qu'il y a accord parfait dans la marche, puisque au moindre retard que la bobine éprouverait, elle ne pourrait renvider le coton que le cannelé lui fournit. Il faut donc vérifier souvent s'il ne se met pas de coton dans les collets qui traversent les broches. En insistant sur la propreté, on évitera bien des retards.

« Il faut que l'on graisse souvent les broches, ainsi que les engrenages qui communiquent le mouvement aux broches et aux bobines. En négligeant le graissage, on s'expose à ce que les fils cassent souvent et se coupent.

« La vitesse des broches étant toujours la même, on conçoit que le produit d'un banc doit varier suivant le tors que l'on donne à la mèche; il faut donc chercher à en donner le moins possible.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA FILATURE DE COTON.

La filature de coton, née en France avec le XIX[e] siècle, mettait en œuvre :

En 1814.	8	millions de kilogrammes.
1824.	28	—
1834.	38	—
1844 (1).	54	—

Le prix du coton filé ne peut être constaté avant 1815, à cause du droit énorme (8 fr. le kilogramme), qui, sous l'empire, grevait la matière première; mais en 1816, le kilogramme de chaîne filé n° 30 valait. . . . 12 fr. 60

En 1824.	6	40
1834.	5	60
1844.	3	60

(1) Tableau du commerce de France. 1842, pag. 137.

Ce progrès si remarquable accompli depuis dix ans, deux causes qui se confondent l'ont amené.

L'extension des établissements, la perfection des machines et une meilleure entente de leur mise en activité. En 1824, l'Alsace possédait 56 filatures, comprenant ensemble 700,000 broches ; c'était 12,500 par établissement. Dans le Nord et dans la Seine-Inférieure, les établissements étaient, en moyenne, de 4,000 broches.

Aujourd'hui l'Alsace en possède 29,700. Le Nord et la Seine-inférieure en possèdent 26,000.

En 1834, 3 millions de broches transformaient, en fil, 38 millions de kilogrammes de coton.

En 1839, c'était non plus 3 millions, mais 3,400,000 broches qui, mieux conduites, demandaient 52 millions de kilogrammes.

En 1844, c'est 3,600,000 broches qui réclament 58 millions de kilogrammes de matière à mettre en œuvre.

Ainsi, les 3,400,000 broches de 1839 produisaient comme auraient fait 4,000,000 broches en 1834.

Et les 3,600,000 broches produisent aujourd'hui comme auraient fait il y a dix ans 4,500,000 broches (1).

Ce prodigieux accroissement de 38 à 58 millions de kilogrammes dans le court espace de dix années, la consommation ne le réclamait pas, entièrement du moins. De là encombrement du marché, avilissement du prix ; mais de là aussi, recherche constante de l'ouvrier qui, produisant plus dans le même espace de temps, arrivait encore, malgré la baisse du produit, à voir augmenter son prix de journée. Tel qui gagnait 3 fr. reçoit aujourd'hui 3 fr. 50 ; et les enfants ont vu monter à 75 c. la journée qu'ils donnaient autrefois pour 50 c.

Heureuse conquête, sans doute, si elle n'avait été trop souvent acquise pour la ruine du chef d'atelier et la diminution du capital industriel. Une broche de filature qui a coûté 40 fr., et que la dépréciation régulière n'a pas abaissée même à 25 fr., se vendrait à peine 15 fr., tant ont été difficiles, depuis 1836, et sauf un heureux intervalle de deux années, les résultats de l'industrie du filage du coton.

Or, il y a perte pour tous, si le chef d'industrie ne voit pas son travail récompensé ; car le travail est une richesse détruite si elle n'est pas rendue par la valeur du produit. C'est une perte pour tous, si le capital employé dans l'usine ne se conserve pas à l'aide d'une dépréciation régulière que doit fournir le bénéfice annuel ; car le capital de l'usine est une partie de la richesse publique.

Quoi qu'il en soit, en filature, les machines produisent plus et mieux, le travail de l'ouvrier est largement rémunéré. La rémunération du chef est beaucoup plus problématique, et la valeur des usines disparaît chaque jour.

Tel est l'effet produit jusqu'ici par le perfectionnement des machines, et une meilleure entente de leur mise en activité (2).

(1) Tout dernièrement un de nos représentants a fait à l'Assemblée Nationale la remarque suivante : En 1835, 35 millions de kilog. de coton ont été fabriqués, pour 630 millions de francs. En 1845, 65 millions ont été fabriqués à peu près pour le même prix, c'est-à-dire 660 millions de francs. N'est-ce pas, avec l'augmentation du prix de la journée, la meilleure réponse à toutes les utopies sociales de l'époque.

(2) Rapport du jury central (Exposition de 1844).

MACHINE

A REFENDRE LES CUIRS ET LES PEAUX

PAR LE MILIEU DE LEUR ÉPAISSEUR,

Construite par **M. GIRAUDON**, Mécanicien à Paris.

(PLANCHE 34.)

Cette machine a pour objet de séparer les peaux en deux parties, de manière à produire, d'un côté, celui de la *fleur*, un cuir d'égale épaisseur, et de l'autre, celui de la *chair*, un cuir dépourvu de fleur et contenant alors toutes les inégalités qu'avait la peau avant l'opération.

L'essai de la refente des cuirs par des moyens mécaniques n'est pas nouveau, car on trouve dans le tom. 21 des Brevets expirés, l'appareil importé en France, dès 1809, par M. Degrand, ingénieur à Marseille. Nous avons cru devoir en donner une idée par la coupe transversale indiquée fig. 1, pl. 34. Il consiste en un couteau horizontal *a*, fixé sur une table en bois B, et d'une longueur correspondante à la plus grande largeur des peaux à séparer. Sur cette même table, en avant du couteau, est rapportée une plaque en fonte dressée *b* qu'on peut régler à volonté, au moyen de vis et de boulons, pour y asseoir le cuir *c*, que l'on veut refendre, et le mettre exactement à la hauteur qu'il doit occuper. Elle est en outre rendue mobile, au moyen de quatre ressorts sur lesquels elle est assise. Au-dessus est une tablette en bois *d*, qui, pressée par un rouleau *e*, maintient ce cuir sur la plaque, pour qu'il soit bien plat et bien tendu lorsqu'il se présente à l'action du tranchant. En arrière du couteau est un rouleau en bois C, sur lequel s'enroule l'une des parties séparées de la peau refendue, et que l'on fixe par le bord, au moyen d'une languette formant coin, sur toute la longueur du cylindre.

Dans la figure, on voit arriver le cuir *c*, qui se refend à l'endroit du couteau, et dont une portion est déjà enroulée sur le cylindre. L'autre portion, qui pèse sur la table, est tirée par celui-ci ; mais dans son mouvement, elle rencontre le tranchant. Pendant que l'épaisseur supérieure s'enroule sur le cylindre, l'épaisseur inférieure traverse la mortaise *f* de

la table et tombe à terre. L'axe du cylindre porte à l'extrémité une roue dentée avec laquelle engrène un pignon auquel une manivelle imprime un mouvement de rotation continu. La refente d'un cuir s'exécute en deux opérations : on en refend d'abord une moitié, ensuite on déroule le cuir de dessus le cylindre, on le retourne, on arrête à ce cylindre la moitié refendue, et on refend l'autre moitié.

M. Lauzenberg, maroquinier à Strasbourg, importa aussi plus tard, en 1827, une machine à dédoubler les peaux, que l'on peut voir décrite dans le tom. 36 des brevets expirés.

Le 23 juin 1838, M Plummer, manufacturier à Pont-Audemer, prit un brevet de quinze ans pour un appareil à diviser les cuirs sur leur épaisseur, au moyen de scies marchant mécaniquement; et quelques années plus tard, M. Duport, à Paris, inventait également un genre de scierie qu'il appliquait spécialement à la refente des peaux et du feutre.

L'auteur ne tarda pas à mettre cette machine à exécution, car à l'Exposition de 1844, le jury en rendit un compte très-favorable. Elle consiste en une fraise ou lame circulaire à mouvement continu qui se promène sur la largeur de la peau à refendre, laquelle s'avance graduellement. M. Duport avait également établi, à cette époque, une autre machine destinée spécialement à refendre les draps feutrés, et qui repose sur un principe différent; au lieu d'une fraise circulaire, le couteau est une lame droite tranchante à mouvement rectiligne et d'une longueur double de la largeur de l'étoffe; mais comme le tranchant s'use rapidement, l'auteur a dû imaginer un mode d'affûtage continuel, appliqué à la lame sur la partie qui n'est pas engagée dans la matière.

Un moyen analogue avait déjà été proposé par M. Molinié pour son ingénieuse machine à fabriquer des bouchons de liége, que nous avons vue fonctionner à Paris.

L'idée de refendre les cuirs et les feutres a aussi été appliquée à séparer d'autres étoffes, telles que des châles ou autres tissus brochés doubles, des velours, etc. C'est seulement en 1842 que des fabricants de Paris, MM. Boas frères, proposèrent de confectionner des tissus brochés de laine sans déchet, en les dédoublant ensuite, pour obtenir deux pièces semblables d'une seule; ils se firent breveter pour cette invention, le 9 mai 1842. Ce brevet fut suivi de plusieurs additions principalement relatives au découpage. D'autres inventeurs ne tardèrent pas à imaginer également des moyens de tisser ces sortes d'étoffes doubles, et de les séparer ensuite. Ainsi, dès le 30 septembre 1842, M. Macaigne, fabricant à Paris, prenait un brevet de dix ans pour un métier et un nouveau mode de découpage, devant apporter une grande économie sur la matière employée dans la fabrication des châles et tissus brochés. Le 19 janvier suivant, MM. Barbé-Proyart et Bosquet demandaient aussi un brevet de dix ans, suivi également de plusieurs additions pour une machine à découper tous tissus doubles et principalement les châles brochés.

Il paraît que ce n'était pas l'exécution du tissu double qui causait des difficultés, car il a suffi à plusieurs des inventeurs de faire simplement quelques modifications dans le métier à la Jacquart, pour parvenir à confectionner ces tissus ; mais c'était surtout le dédoublage ou la séparation des deux pièces. La laine et le mérinos étant des matières qui usent très-rapidement les tranchants, ont occasionné des recherches très-grandes pour cette opération. Des inventeurs, comme MM. Boas, proposèrent tantôt des lames longitudinales, tantôt des petits couteaux rapprochés les uns des autres ; d'autres, comme MM. Bosquet et Barbé-Proyart, proposèrent des lames circulaires à rotation continue. Ce dernier système, dont nous eûmes l'occasion de nous occuper, fut mis à exécution, avec de notables perfectionnements, par M. Christian, et fut examiné avec beaucoup d'intérêt à l'exposition de 1844. On reconnut, en effet, dans cette machine, non-seulement une parfaite précision dans toutes les parties, mais encore des mouvements très-remarquables, soit pour transmettre aux différentes lames circulaires montées sur un chariot unique, un mouvement de va-et-vient, en même temps que ces lames tournaient rapidement sur elles-mêmes, soit pour faire avancer l'étoffe, en la maintenant constamment tendue, malgré l'augmentation de diamètre du rouleau sur lequel s'enveloppait l'une des parties dédoublées. Le principe des lames circulaires ayant un double mouvement de rotation et de translation, est évidemment très-heureux, en ce que chaque lame présente, dans un court trajet un très-grand nombre de points de contact différents à quelques fils de laine qu'elle doit couper, par conséquent elle s'use bien moins promptement.

Ces nouveaux modes de fabrication et de découpage des tissus brochés firent alors (en 1844) beaucoup de bruit, à cause de l'économie que l'on espérait en tirer ; cependant comme les systèmes ne pouvaient s'appliquer à tous les genres de dessin, on comprend que l'application en dut être très-restreinte.

En 1845, M. Contour imagina de faire en cuir, sans couture ni collage, divers objets creux, tels que des tuyaux, des fourreaux de sabre, des cravaches, des gaînes, etc., sans les couper entièrement, en séparant les cuirs dans le milieu de leur épaisseur ; ce fut au génie de M. Pecqueur qu'il était réservé de faire des machines vraiment pratiques pour effectuer un tel travail. Cet habile constructeur a, en effet, imaginé des moyens fort ingénieux et fort simples en même temps, pour couper le cuir à l'aide d'une lame aiguë qui pénètre successivement dans la matière, et qui est animée d'un mouvement alternatif, très-rapide, correspondant à la largeur de la fente à pratiquer. Nous espérons faire connaître bientôt ces intéressantes machines, qui sont aussi remarquables par leurs mécanismes que par les produits qu'elles donnent. En attendant, nous donnons le dessin de l'appareil à refendre les peaux entières, qui commence à se répandre dans plusieurs fabriques.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A REFENDRE,

REPRÉSENTÉE SUR LES FIGURES DE LA PLANCHE 34.

Cette machine peut servir, soit à refendre les cuirs secs par le milieu de leur épaisseur, afin d'en obtenir des feuilles plus minces, soit à séparer, dans les peaux, les parties qui se trouvent du côté de la chair, de celles qui correspondent à la fleur, pour rendre celles-ci parfaitement égales sur toute leur étendue. On peut aisément voir par les figures qu'elle est d'une construction simple, et que travaillant d'une manière continue, elle peut opérer assez rapidement.

Le cuir ou la peau à découper se pose sur la surface extérieure d'un grand tambour ou cylindre en fonte A (fig. 2, 3 et 4), qui a été préalablement tourné avec soin, et fixé sur trois croisillons à six branches B, afin de le monter sur un arbre horizontal en fer C. Ce tambour est échancré, comme le montre la section transversale (fig. 5), pour permettre d'y loger des espèces de pinces D (fig. 11), qui servent à appuyer contre le bord du cylindre, l'extrémité de l'une des parties détachées de la peau. Ces pinces sont, à cet effet, toutes montées sur un même axe en fer *a*, qui est porté par des petits supports *b* boulonnés au cylindre, et on les maintient dans leur position, au moyen d'une règle méplate et angulaire *c* que l'on engage dans l'une des dents à rochets pratiquées sur les tiges à poignée *d;* celles-ci sont assemblées à charnière avec le bout de la queue des pinces. Par conséquent lorsqu'on leur fait prendre la position qu'elles occupent sur la fig. 5, les touches qui terminent ces pinces forcent nécessairement la peau à s'appliquer contre la face droite en retraite du tambour.

L'arbre horizontal C, prolongé des deux côtés jusqu'au dehors des bâtis de fonte E, porte à l'une des extrémités la grande roue dentée F, avec laquelle engrène la vis sans fin *e* (fig. 6 et 7), située à la partie inférieure de la machine et portée par l'axe *f*, qui lui imprime un mouvement de rotation peu rapide, à l'aide de la roue G, de la chaîne sans fin *g* et du petit pignon *h*. Ce dernier est rapporté au bout du grand arbre de couche H, qui reçoit son mouvement d'un moteur continu par l'une des deux poulies de fonte tournées I; un volant J monté à l'autre extrémité donne à ce mouvement la régularité nécessaire. Un rouleau de tension *i* suspendu au levier à contrepoids *j*, appuie sur la chaîne sans fin pour la tendre au degré convenable.

L'arbre de couche H est coudé à son milieu, pour former manivelle et recevoir la tête de la bielle horizontale en fer K, qui, par l'autre bout, est assemblée à articulation au milieu du chariot ou rabot mobile en fonte L (fig. 5 et 8). C'est à la base de celui-ci qu'est adaptée la longue lame tranchante en acier *l*, disposée suivant un plan légèrement incliné à l'horizon et tangent à la surface extérieure du cylindre lorsqu'il en est approché. Ce couteau doit être nécessairement de peu d'épaisseur, et, au lieu d'être affûté suivant une ligne droite, son biseau tranchant est en forme ondulée,

comme le montre le fragment de plan fig. 9, de sorte qu'il opère en quelque sorte comme une scie dont les dents sont arrondies, disposition qui donne à la lame une plus grande facilité de couper, avec moins d'usure. Ce couteau est fixé à la base du chariot, au moyen d'une platine en fer *m*, que l'on visse après avoir réglé la position exacte qu'il doit avoir.

Le rabot ou chariot mobile L est ajusté à queue d'hyronde sur le sommet des deux châssis de fonte E qui compose le bâtis; des règles à coulisse *n* sont rapportées au-dessus pour le maintenir constamment dans le mouvement rectiligne qui lui est imprimé par la bielle. Or, nous venons de voir que le même arbre coudé H, qui commande cette bielle, fait aussi tourner l'axe inférieur *f* qui porte la vis sans fin, par suite le tambour sur lequel s'applique la peau ou le cuir à découper. Mais il importe de remarquer que la marche de la bielle et du chariot à couteau est très-rapide, tandis que celle du cylindre est extrêmement lente. En effet, sa rotation n'est pas seulement retardée par la roue à chaîne *g*, mais beaucoup plus encore par la grande roue à dents héliçoïdes F avec laquelle engrène la vis sans fin. Ainsi le rapport entre le petit pignon *h* et la roue à chaîne est comme 1 : 8, par conséquent la vis sans fin ne fait qu'un tour pour huit révolutions de l'arbre moteur coudé; mais la roue héliçoïde portant 244 dents, le tambour ne tourne que de 1/244 pour un tour de vis ou pour 8 tours de l'arbre moteur.

Le diamètre de ce cylindre étant de 1m 330, sa circonférence est égale à

$$1^{m}33 \times 3,1416 = 4^{m}178.$$

Par conséquent lorsque l'arbre H fait une révolution, le cylindre ne marche que d'une quantité correspondante à

$$\frac{1}{8 \times 244} \times 4,178 = 0^{m}002.$$

Comme le couteau va et vient dans chaque révolution, et qu'il coupe aussi bien en allant qu'en revenant, il est évident qu'à chaque passage il tranche une largeur de bande de 0m 001 sur toute la longueur de la pièce.

Or, si l'on admet que la machine marche avec la vitesse de 100 rotations par minute, sans interruption, on reconnaîtra qu'elle pourra débiter, dans ce temps, une étendue de

$$0,002 \times 100 = 0^{m}200.$$

D'où il résulte que pour séparer une peau de 2m 16 de longueur, par exemple, il faudrait

$$2^{m}16 \div 0,200 = 11 \text{ minutes } (1).$$

(1) M. Giraudon fait marcher ces machines, en moyenne, à 75 tours, soit 150 coups, ce qui donne un résultat de 15' 30" pour le même travail.

Pour que le cuir soit bien retenu contre le cylindre, surtout près du couteau, le constructeur a appliqué une suite de touches à ressort *o* qui, étant flexibles, se prêtent naturellement aux irrégularités d'épaisseur de la matière ; toutes ces touches sont maintenues appuyées sur la peau près du tranchant (fig. 5 et 8), au moyen d'une règle *p* qui se prolonge sur toute la largeur, et trouve son appui sous des oreilles ménagées aux côtés intérieurs du bâtis. A quelque distance au delà est une seconde règle ou barre plus forte *q*, qui sert de support aux queues des touches, en même temps qu'elle tient le cuir déjà appliqué sur la surface du tambour. On règle aussi la hauteur exacte de cette barre à l'aide de deux vis de rappel *x*, qui sont appliquées au-dessous des montants à coulisse *y*, ajustés dans les mortaises rectangulaires et verticales du bâtis.

Les deux parties séparées par le tranchant s'éloignent l'une de l'autre : la première, celle inférieure, reste sur le cylindre, comme on l'a vu plus haut, tandis que la seconde est libre et va s'enrouler, si on le désire, sur un petit rouleau que l'on dispose à volonté sur la machine.

Lorsqu'une peau tout entière est découpée, pour la remplacer par une autre que l'on veut séparer de même, on doit faire descendre le tambour, afin de le dégager du couteau. Il faut donc pour cela que l'axe de ce cylindre soit disposé de manière qu'on puisse à volonté le faire monter ou descendre. A cet effet, ses coussinets *r* sont ajustés dans des colliers mobiles portés sur le sommet des tiges verticales *s* et *s'*, que l'on peut soulever ou baisser au moyen de deux bascules en fer *t*, ayant leur point d'appui sur les bases des châssis E, et réunies par une seule et même traverse en fer, sur laquelle l'ouvrier se contente de mettre le pied ; les tiges ainsi que les colliers sont guidés de telle sorte à être forcés de suivre rigoureusement des directions verticales. Pour que la vis sans fin reste toujours engrenée, les coussinets qui portent son axe vers cette extrémité font corps avec la pièce qui réunit les deux tiges *s s'*.

On peut, au besoin, interrompre la marche rotative du cylindre, en débrayant la roue à hélice E, qui est ajustée libre sur son axe, et qu'on rend solidaire par le manchon *u*, à l'aide de la fourchette *v*. On réunit donc ainsi toutes les commodités désirables pour le service comme pour le règlement des différentes parties de l'appareil.

M. Giraudon nous a dit qu'avec cette machine, on pouvait aisément découper 36 peaux vertes par journée de 12 heures, y compris le temps nécessaire pour monter ces peaux sur le tambour et remettre en train. Il a livré de ces appareils, pris aux ateliers, à raison de 6,000 francs.

DIVERS APPAREILS

APPLICABLES AUX CHAUDIÈRES A VAPEUR,

Par M. SOREL, Ingénieur à Paris.

(PLANCHE 35.)

L'industrie doit à M. Sorel d'utiles inventions dont plusieurs sont parfaitement connues aujourd'hui du public : tel est son système de galvanisation du fer, qui a été l'objet d'une usine importante montée à Paris; tels sont ses appareils économiques pour le chauffage des bains et des appartements, pour la cuisson des comestibles, etc. Mais depuis quelques années, c'est surtout vers la vapeur que M. Sorel a dirigé ses investigations ; aussi nous croyons qu'on ne verra pas sans quelque intérêt ses appareils appliqués aux générateurs, et dont plusieurs ont déjà été remarqués à l'exposition dernière.

Parmi ces appareils nous avons distingué : 1° son *dégage-grille* qui se place au-dessous du foyer pour servir à nettoyer la grille et à faciliter le passage de l'air à travers le combustible ; 2° son moyen de surchauffer la vapeur, pour qu'elle n'entraîne pas d'eau dans les boîtes de distribution et dans les cylindres; 3° ses sifflets, indicateurs, soupapes et autres mécanismes de sûreté ; 4° son régulateur-modérateur destiné à maintenir la vitesse constante des machines, malgré les variations de pression et de résistance. Nous allons décrire successivement ces divers appareils que nous avons supposés, pour rendre le sujet plus simple et plus complet en même temps, appliqués à une seule et même chaudière cylindrique à bouilleurs, telle qu'on les emploie généralement dans les fabriques.

Nous n'avons qu'un mot à dire de cette chaudière, car elle ne présente réellement en elle-même, soit comme disposition, soit comme construction, aucune particularité. Elle consiste, comme le montre la section verticale et longitudinale (fig. 1, pl. 35) en un corps cylindrique en tôle A, terminé par deux bouts sphériques, et muni de quatre tubulures ou culottes B, pour se réunir avec deux bouilleurs semblables C, également en tôle. Elle est renfermée dans un fourneau en briques disposé pour que la flamme et l'air brûlé sortant du foyer D, se dirigent par le canal horizontal inférieur E,

sous toute l'étendue des bouilleurs, et se rendent ensuite dans un canal latéral antérieur, puis dans un second canal semblable, séparé du premier par une cloison mince F, afin de chauffer encore la moitié de la surface inférieure du corps cylindrique de la chaudière avant de passer à la cheminée. Les barreaux de la grille du foyer sont portés par des boîtes en fonte H, formant réservoirs d'eau, pour éviter qu'ils ne s'élèvent à une trop grande température. Ces augets peuvent être maintenus constamment pleins d'eau, au moyen de deux petits vases de Mariotte, semblables aux bouteilles des lampes ou quinquets.

DESCRIPTION DU DÉGAGE-GRILLE,

REPRÉSENTÉ SUR LES FIGURES 1 ET 2, PLANCHE 35.

Cet appareil, placé, comme nous l'avons dit, au-dessous de la grille du foyer, se compose d'un châssis rectangulaire en fer, formé de deux traverses *a* posées à plat, d'un certain nombre de barres méplates *b*, armées de doigts courbes en fer *c*, assez minces pour passer entre les barreaux. Ce châssis est porté par les deux longrines en fer I, qui se prolongent jusqu'au dehors du foyer, où elles portent chacune un contre-poids J, afin de tenir le système presque en équilibre autour des tourillons *d* sur lesquels il repose. Deux branches recourbées K s'élèvent au-dessus des longrines, tout en faisant corps avec elles, et se réunissent par une traverse ronde L, servant de poignée pour permettre de manœuvrer le mécanisme à la main. Les deux tourillons *d* sont engagés dans les crochets qui terminent les supports mobiles M, suspendus par leur partie supérieure *e*, et placés de chaque côté de la porte du foyer, de manière à ne pas gêner le service.

Un galet *f*, appliqué à l'extrémité d'un axe fixe *g*, vers le fond du cendrier, sert de soutien à tout le mécanisme, lorsqu'il est abandonné à lui-même, et qu'il est par conséquent au repos. Mais quand on juge nécessaire de dégager la grille, on appuie les mains sur la manette L, afin de soulever le mécanisme et de forcer les doigts *c* à pénétrer entre les barreaux, comme l'indiquent les lignes ponctuées de l'élévation fig. 1re. On lui imprime alors un mouvement de translation horizontal, ce qui est possible puisque les supports M ont la liberté de tourner autour de leur point de suspension *e*. Il est facile de concevoir que par ce mouvement de va-et-vient, les doigts courbes remuent les couches de charbon étendues sur la grille et en font détacher les cendres exactement comme le ferait le ringard du chauffeur, avec cet avantage que l'opération s'effectue à la fois sur toute l'étendue de la grille, tandis que par le mode ordinaire, on ne passe successivement que d'un barreau à l'autre. L'amplitude du mouvement horizontal est déterminée par l'écartement qui existe entre les guides fixes *h*, scellés dans un côté de la maçonnerie du fourneau, et entre lesquels se loge le bout prolongé de la dernière traverse *a* du châssis.

Pour *piquer le feu*, on abaisse et on élève successivement le dégage-grille,

toujours à l'aide de la manette L, en ayant le soin de le changer de position, seulement quand il est en bas.

M. Sorel invite à établir au-dessus du foyer une voûte en briques N, aussi mince que possible, afin d'éviter de brûler les bouilleurs par l'action trop vive de la chaleur rayonnante, ou de la flamme qui est excitée par les courants d'air que le jeu de l'appareil favorise.

Voici les avantages qu'il annonce par l'application de son dispositif :

1° En facilitant le passage de l'air à travers la houille étendue sur la grille, on active la combustion, d'où résulte une augmentation dans la production de la vapeur ;

2° La quantité d'air qui traverse le foyer, dans un temps donné, étant plus considérable, on peut augmenter l'épaisseur de la couche de charbon sur la grille, ce qui empêche une grande quantité d'air d'échapper à la combustion.

3° L'anthracite et les houilles sèches qui ne se brûlent bien que lorsqu'ils sont en couches épaisses, pourront facilement être brûlés dans les foyers munis de cet appareil, et produiront ainsi une économie notable, puisque ces combustibles sont moins chers que les houilles grasses ;

4° En adaptant ce mécanisme aux locomotives, on parviendra à supprimer le tuyau d'échappement de vapeur qui est placé dans la cheminée pour accélérer le tirage, et on appliquera à la traction la force consommée en pure perte par l'emploi de ce tuyau.

Nous avons vu fonctionner avec satisfaction ce dégage-grille dans une fabrique de perles d'acier, à Belleville ; nous espérions également en voir l'application à une machine locomotive, mais elle exige alors quelques modifications ; et comme en général les inventions qui touchent au matériel des chemins de fer obtiennent difficilement accès auprès des compagnies, il est à craindre que l'auteur soit obligé d'attendre encore longtemps avant qu'une locomotive soit mise à sa disposition à cet égard.

APPAREIL POUR SURCHAUFFER LA VAPEUR (FIG. 1).

Plusieurs ingénieurs très-recommandables, parmi lesquels nous devons citer M. Séguier fils, qui s'est constamment occupé des appareils à vapeur, ont cherché à éviter l'inconvénient de perte de force qui résulte de l'absorption de l'eau entraînée par la vapeur depuis la chaudière jusqu'au cylindre. Déjà en surmontant le générateur d'un récipient plus ou moins élevé, et en y adaptant vers le sommet la prise de vapeur, on a pu diminuer la quantité de liquide entraîné, mais on a reconnu que cette addition ne suffit pas, surtout pour les machines à grande vitesse et à grande pression ; de là l'idée de surchauffer la vapeur, afin qu'elle arrive sèche au cylindre. Nous avons fait voir, en décrivant les appareils à revivifier le noir animal (tome 4°), le moyen employé par MM. Laurens et Thomas, pour surchauffer la vapeur, et son application comme calorique.

Mais si la vapeur sèche est utilement employée dans ce cas et dans des

circonstances analogues, il n'en est véritablement pas de même, lorsqu'on veut l'appliquer comme moteur aux machines. En effet, on sait que les cylindres, les boîtes de distribution, etc., sont toujours accompagnés de garnitures d'étoupes, autour des tiges de piston ou de tiroirs; or, la vapeur sèche vaporise rapidement les huiles ou les graisses dont elles sont imprégnées, et ne tarde pas à les brûler. Lors même que l'on emploierait des garnitures métalliques, comme on l'a fait quelquefois, l'inconvénient n'en serait pas moins grand, parce que le métal se trouvant presque constamment à sec, il y a grippement et par suite usure très-prompte.

M. Sorel a bien senti cet inconvénient de la vapeur sèche, aussi, pour l'éviter, il a proposé de la mélanger avec de la vapeur humide, dans des proportions telles que l'eau contenue dans celle-ci puisse être évaporée par l'excédant de chaleur renfermé dans la première, de sorte qu'en arrivant au cylindre la vapeur se trouve à très-peu près à la même pression et à la même température que dans la chaudière, mais dégagée de l'eau qu'elle aurait pu entraîner.

Son système consiste à monter sur la chaudière une tubulure à double branche O, munie des robinets P et P', dont la clé porte une aiguille à poignée *j*, afin de reconnaître, à l'aide d'un secteur gradué *k*, le degré d'ouverture ou de fermeture de chacun. L'une des branches est mise en communication par un tuyau Q avec un serpentin ou grille tubulaire Q', renfermée dans une capacité du fourneau, à l'extrémité du carneau qui se rend à la cheminée, pour recevoir la chaleur de la fumée et de l'air chaud qui se projettent dans celle-ci; la vapeur sortant de la chaudière, lorsque le robinet P' est ouvert, traverse donc ce serpentin et se trouve ainsi surchauffée à un degré assez élevé. De là, elle remonte par le tube Q^2, dans la caisse rectangulaire en fonte R, qui est rapportée sur le fourneau. La seconde branche de la tubulure O, communique directement avec cette caisse, qui reçoit ainsi d'une part de la vapeur humide venant de la chaudière, et de l'autre, de la vapeur sèche, qui a été surchauffée par le serpentin; il y a donc mélange.

La chaleur de la vapeur surchauffée vaporise l'eau contenue dans la vapeur humide, et alors on obtient, s'il y a entre les deux une proportion convenable, en rapport avec les pressions, une vapeur qui ne renferme plus d'eau et qui n'est plus assez sèche pour absorber les huiles des garnitures. Mais on comprend que pour que ce mélange se fasse avec l'exactitude désirable, de manière à présenter constamment ce résultat, il faut nécessairement une grande habitude d'observation que l'on ne rencontre pas toujours auprès des chauffeurs ou conducteurs de machine; et d'ailleurs, à cause des différences de pression de la vapeur dans la chaudière, il n'est pas facile de déterminer les proportions du mélange suivant les variations. A la vérité, M. Sorel a appliqué sur la boîte de communication R, un thermo-manomètre S, au moyen duquel on peut reconnaître à chaque instant la température et la tension de la vapeur; mais nous ne croyons pas que

cela suffise, en ce que, d'un côté, cet instrument ne marche pas toujours avec toute l'exactitude désirable, et d'un autre côté, il exige que l'ouvrier ait constamment son attention portée vers cette boîte, ce qui n'est guère praticable.

Quoi qu'il en soit, nous devons convenir que c'est un premier pas fait vers une amélioration importante, et qui permettra de résoudre le problème complétement, si on parvient à opérer le mélange exactement, par l'appareil même, sans les soins du chauffeur.

Le thermo-manomètre est un instrument fort simple que l'on a cherché à appliquer sur les chaudières de locomotives et de bateaux, ne pouvant pas y appliquer de manomètres à air libre à longs tubes (1). On sait qu'il consiste, comme le montre la fig. 3, en un thermomètre ordinaire *l* à long réservoir que l'on renferme dans une boîte métallique *m*, contenant des matières propres à tenir la chaleur, pour que la température du milieu corresponde avec celle de la caisse ou du récipient dans lequel l'instrument est placé. La partie extérieure du thermomètre est appliquée contre une planchette que l'on gradue d'un côté pour indiquer les températures, et de l'autre pour désigner les pressions correspondantes. On voit donc que cet instrument diffère du manomètre proprement dit, en ce que les tensions de la vapeur sont déduites des températures, tandis que celui-ci donne ces pressions directement.

M. Sorel a proposé, dans son brevet d'invention du 11 mars 1844, d'employer un thermomètre métallique ouvrant et fermant les robinets P P′, pour maintenir le mélange des vapeurs dans les proportions et la température convenables ; dans ce cas, il observe qu'il serait bon d'employer, au lieu de robinets, des tiroirs ou des valves. Nous ne sachons pas que ce système ait été mis à exécution.

DESCRIPTION DU MODÉRATEUR RÉGULATEUR,

REPRÉSENTÉ FIG. 1, 4, 5 ET 6.

En publiant dans le 1er volume de ce recueil le régulateur à air de M. Molinié, nous avons fait connaître les inconvénients que présente le modérateur à force centrifuge, et on a vu que son défaut principal provient de ce que les boules, après s'être écartées de leur position normale pour ouvrir ou fermer la valve d'admission, ne peuvent revenir à leur position primitive sans détruire en partie ce qu'elles ont fait. Plusieurs constructeurs, tout en reconnaissant la bonté du système de M. Molinié, ont cru qu'il serait possible cependant de faire du modérateur à boules un bon régulateur de machine, en y apportant à cet effet des modifications ou des additions convenables. C'est ainsi que M. Farcot est parvenu à faire un véritable régulateur à force centrifuge ; il en est de même de M. Sorel.

(1) Nous avons fait connaître dans le vol. précédent les manomètres à air libre à tubes raccourcis applicables aux locomotives et autres appareils.

Cet infatigable inventeur a proposé, à ce sujet, le mécanisme représenté en élévation sur les fig. 1 et 4, et qui s'ajoute au modérateur ordinaire. Ainsi, au lieu de relier directement la fourchette *n* de ce dernier par une tringle au levier de la soupape d'admission, il l'attache à une tige verticale T qui traverse les deux côtés supérieurs et inférieurs d'un cadre fixe U, adapté contre la muraille. Ce cadre renferme à l'intérieur un châssis ou chariot mobile à jour V, muni d'un contre-poids pour le tenir en équilibre, et qui est mis en communication avec la valve, par la tringle *q*; de sorte que lorsqu'il s'élève il fait fermer celle-ci, et, au contraire, quand il descend il la fait ouvrir. Or la tige T porte vers son milieu deux saillies ou mentonnets *o o'* (fig. 4), disposés en sens contraire, et agissant, l'un sur le talon d'une espèce de clavette *p*, et l'autre sur le talon correspondant d'une clavette semblable mais renversée *p'* (fig 6). Un même talon termine l'autre bout de chaque clavette, et trouve son appui contre des mentonnets *r r'* qui font corps avec le cadre fixe U. Deux cames *s s'*, logées dans des mortaises rectangulaires menagées dans l'épaisseur du plateau mobile, sont taillées de manière à opérer comme l'encliquetage de Dobo, c'est-à-dire qu'elles peuvent glisser lorsqu'elles sont pressées dans un sens, et qu'elles résistent et forment frein lorsqu'on les presse dans le sens opposé (fig. 5). Elles portent chacune à leur centre un goujon qui saillit sur les deux faces opposées et contre lequel s'appuie le bout des fourches *t t'*, accompagnées de ressorts à boudin qui tendent constamment à ramener les clavettes à leur position primitive. Des petits ressorts plats *u* sont rapportés sur les côtés intérieurs et verticaux du cadre, pour régler le frottement du châssis mobile, qui présente alors une certaine résistance.

Ce mécanisme étant bien compris, il sera facile d'en reconnaître le jeu.

Les différentes pièces dont nous venons de parler sont représentées sur la figure 4 dans les positions qu'elles doivent avoir lorsque la machine à vapeur marche à sa vitesse normale. Les mentonnets *o* et *o'* de la tige verticale T, sont alors en contact avec les talons correspondants des cliquets ou clavettes *p* et *p'*, et de même les mentonnets fixes des cadres U touchent aussi chacun les deux autres talons des mêmes cliquets. Dans cet état la valve d'admission *v* (fig. 1re) doit être à moitié ouverte.

Supposons maintenant que, soit par un accroissement de pression de la vapeur, soit par une réduction de résistance, la machine s'accélère, aussitôt les boules du modérateur augmentant aussi de vitesse, feront en s'écartant monter la tringle T, qui entraînant le châssis mobile V fermera la valve *i*, d'une certaine quantité. Cette tringle agit sur le châssis par l'intermédiaire de la came *s'* et du cliquet *p'* qui a résisté à la pression du mentonnet *r'*; pendant ce temps, le second cliquet et sa came sont restés en place; le talon de celui-ci buttant contre le mentonnet *r*, ne lui a pas permis de suivre le châssis mobile, il a marché dans sa coulisse en comprimant le ressort à boudin qui entoure la tige de la fourche *t*.

Dès que le régulateur a eu fermé la valve, la vitesse de la machine s'est ralentie, et les boules du modérateur ont pu se rapprocher sans la faire

ouvrir, parce que le cliquet *p*, qui est resté en place, se trouve éloigné du mentonnet *o* qui ouvre cette dernière. Cet effet ne peut avoir lieu avec le modérateur ordinaire, dont tous les mouvements agissent constamment sur la valve.

Si, au contraire, la machine descend au-dessous de la vitesse de régime, les boules du modérateur se rapprochent, la tringle T descend, alors le mentonnet *o* vient s'appuyer sur le talon du cliquet *p* et fait ouvrir la soupape *v* en faisant descendre le châssis mobile, afin de laisser passer la quantité de vapeur nécessaire pour maintenir la vitesse normale, et elle reste dans cette position quoique les boules reviennent sur elles-mêmes, tant que cette vitesse n'est pas dépassée.

Ce mécanisme est, comme on le voit, très-ingénieux, mais il doit être bien exécuté pour remplir ses fonctions avec régularité et précision.

APPAREILS DE SURETÉ ET SIFFLETS D'ALARME.

Les fig. 1re et 7 représentent un système de double flotteur à sifflet appliqué aux chaudières fonctionnant non-seulement lorsque l'eau baisse au-dessous de son niveau normal, mais encore lorsqu'elle s'élève au-dessus. Ce système est différent de celui que nous avons décrit dans le IVe vol. Il consiste en deux flotteurs reliés à la même soupape v' (fig. 11) ; l'un x, suspendu directement à la tige qui porte cette soupape, laquelle s'ouvre de haut en bas ; il est construit comme les flotteurs ordinaires, pour plonger à moitié de son volume dans le liquide : l'autre flotteur x', placé plus haut que le premier, est adapté à un levier à bascule *y*, oscillant par son milieu et portant à l'extrémité opposée un contre-poids qui le maintient en équilibre. Ce levier se relie à la même tige verticale, il en résulte que lorsque celle-ci descend par l'effet du premier flotteur x, c'est-à-dire quand le niveau baisse, la soupape v' s'ouvre (fig. 7) et donne issue à la vapeur, qui, alors, s'échappant par le passage extrêmement étroit laissé autour du plateau fixe *z*, frappe les bords de la cloche ou du timbre z', et produit, comme on le sait, un son très-aigu qui s'entend de loin et prévient le chauffeur.

Mais lorsque l'eau augmente et s'élève sensiblement au-dessus de son niveau habituel, elle atteint le second flotteur x', et par conséquent en diminue le poids; il en résulte que l'équilibre du premier est interrompu, il devient plus lourd, et par suite, forcé de descendre, il fait ouvrir la soupape, qui donne également issue à la vapeur comme dans le cas précédent. Cet appareil est donc ainsi à double effet.

Pour permettre de régler exactement l'équilibre du premier flotteur lorsque le second x' est un corps creux ou en matière légère, l'auteur a ajouté au-dessus de la cloche z', un ressort à boudin sur lequel il fait presser une douille surmontée d'un écrou à oreille qui est traversée par la tige verticale prolongée de la soupape. On comprend qu'en comprimant plus ou moins ce ressort entre l'embase de la cloche et la douille, on arrive à régler le jeu exact que l'on veut donner à la soupape.

On voit aussi sur la chaudière représentée fig. 1re, un appareil comprenant à la fois le flotteur de niveau, le sifflet d'alarme et la soupape de sûreté. Le flotteur a' est suspendu par une tige mince à une chaînette qui est attachée au balancier X, muni de son contre-poids, comme dans les systèmes ordinaires, mais portant en outre une tringle b' terminée par une vis taraudée à poignée c' que l'on fait butter au-dessous du levier d'. Celui-ci, assemblé par articulation avec un support fixe, n'est autre que le levier à poids qui pèse sur la soupape à siége plat e' (fig. 8), laquelle est surmontée d'un timbre comme les sifflets. Il résulte de cette disposition que lorsque le niveau de l'eau baisse dans la chaudière, le flotteur descend, et soulevant le levier d', fait ouvrir la soupape, qui donne issue à la vapeur, et par conséquent fait résonner le sifflet. Quand le niveau est à sa position habituelle, si la pression de la vapeur augmente, la soupape se soulève encore, non par l'effet du flotteur, mais parce que l'équilibre du contre-poids est rompu, et on est également prévenu de l'échappement de la vapeur.

A cet appareil M. Sorel propose d'ajouter, d'un côté, un robinet f' ouvrant alternativement deux tubulures (fig. 1 et 9) fermées à volonté par des disques ou rondelles fusibles, ce qui permet de remplacer l'une ou l'autre de ces rondelles pendant la marche même de la chaudière, et de l'autre, un petit tube g' descendant jusqu'à l'un des bouilleurs C de la chaudière, afin de projeter sur le foyer un jet de vapeur, quand la pression intérieure est trop considérable. Un second tube semblable y^2, communiquant avec la partie inférieure du premier, et avec la partie supérieure de la chaudière, permet également de faire projeter la vapeur directement. On se rappelle à ce sujet que depuis longtemps déjà, des ingénieurs connus, M. Galy-Cazalat et M. Frimot, ont proposé des moyens analogues, pour éteindre ou diminuer l'intensité du feu, lorsque la tension de la vapeur engendrée est à un degré trop élevé.

Nous avons encore indiqué sur la même chaudière (fig. 1re), un appareil de sûreté Y composé, d'une part, comme précédemment d'une soupape e^2, chargée d'un poids à levier d^2, et munie de son timbre pour former sifflet, et de l'autre, d'une boîte d^3 garnie d'un obturateur e^3 et d'une boîte à étoupes. L'obturateur ou disque plat est lié avec le fond de la boîte par une tige filetée du diamètre convenable selon la force de la chaudière et la tension de la vapeur. Lors d'une production brusque d'une grande quantité de vapeur, la force élastique de cette dernière presse à la fois sur les deux rondelles dont se compose l'appareil de sûreté Y, et tandis que d'un côté elle brise la tige i^3 en soulevant le disque auquel elle est adhérente, elle agit sur le timbre h^3 en produisant un son très-aigu.

Outre ces appareils, M. Sorel a imaginé encore un mécanisme permettant la fermeture graduelle du registre fermant ou établissant la communication avec la cheminée, et indiquant par un timbre lorsqu'il faut renouveler le charbon. Il repose sur le principe des tourne-broches.

MACHINE

A FABRIQUER LES ÉPINGLES,

IMPORTÉE D'ANGLETERRE, PAR M. NEWTON,

ET BREVETÉE EN FRANCE LE 18 OCTOBRE 1845.

(PLANCHES 36 ET 37.)

La fabrication des épingles, faite manuellement, est déjà fort ancienne; elle est devenue, surtout depuis une vingtaine d'années, très-importante en France : ainsi dès 1839, on estimait à 6,000 quintaux métriques la quantité de fil de laiton qu'elle emploie par année, ce qui correspond à un chiffre de 40 à 50 milliards d'épingles de divers numéros. Jusqu'alors elle est restée entre les mains des habitants de la campagne des environs de Laigle et de Rugles, aux confins des départements de l'Orne et de l'Eure.

Les ouvriers qui fabriquent les épingles ne gagnent en moyenne que 1 fr. 25 par jour. Malgré ce faible salaire, ils sont obligés, à cause de la concurrence étrangère, de travailler avec beaucoup de soin, pour atteindre toute la perfection possible, et de faire en sorte, surtout, que les épingles piquent bien et que leur tête soit frappée solidement.

La fabrication mécanique n'a pas encore pris une grande extension dans notre pays, quoiqu'elle paraisse déjà répandue depuis un certain nombre d'années en Angleterre et en Amérique. Cela doit tenir évidemment à deux causes principales : la première, au bas prix de la main-d'œuvre comparativement à la quantité de produits obtenus, et la seconde à l'imperfection et à la cherté des machines proposées.

Les derniers et utiles perfectionnements qui ont été apportés depuis peu aux machines anglaises doivent nous faire espérer que les procédés mécaniques se répandront plus généralement en France, et surmonteront le préjugé peu équitable que l'on a pu conserver contre les épingles ainsi fabriquées. Avant de décrire ces procédés, nous croyons qu'il ne sera pas sans quelque intérêt pour plusieurs de nos lecteurs de connaître les

moyens ordinaires en usage, qui embrassent, chose remarquable, 14 opérations successives. Savoir :

1° Le dressement du fil;
2° L'empointage;
3° Le découpage des tronçons par longueur d'épingle;
4° Le tortillement du fil pour faire les têtes;
5° La section des têtes;
6° Le recuit des têtes;
7° Le frappage ou la façon des têtes;
8° Le décapage des épingles;
9° Le blanchiment ou l'étamage des épingles;
10° Le lavage;
11° Le séchage et le polissage;
12° Le vannage;
13° Le piquage et le pliage des papiers;
14° Le boutage des épingles sur ces papiers

Ces opérations, la plupart effectuées par des femmes et des enfants, sont toutes faites avec une très-grande rapidité; aussi cette fabrication est souvent citée comme un exemple frappant de la division du travail.

FABRICATION MANUELLE DES ÉPINGLES.

« DRESSEMENT DU FIL L'ouvrier prend l'écheveau de fil de laiton venant de la filière, et pour lui faire perdre sa courbure, il le place sur un dévidoir, puis en faisant passer le bout, après l'avoir saisi avec des tenailles, entre les clous d'un instrument qu'on nomme *engin*, il le tire en courant sur une longueur d'environ dix mètres; quittant ce bout, il revient à l'engin, où il coupe le fil; après quoi il recommence la même opération, et cela jusqu'à la fin de la botte de fil. Lorsque l'ouvrier en a dressé une botte de 10 à 15 kilogrammes, ce qui s'appelle une *dressée*, il en prend le bout du côté de l'engin, sur lequel il frappe de petits coups avec une spatule, pour les mettre tous dans le même plan vertical ; il lie ensuite la botte avec du fil de laiton, et la découpe par longueurs de trois ou quatre épingles ou *tronçons*, à l'aide d'une cisaille, de forme particulière, qu'il fait agir étant assis par terre, au moyen de ses jambes et de ses bras.

« EMPOINTAGE. Cette opération s'exécute sur des meules de fer ou d'acier, taillées en lime et trempées en paquet à toute leur force. Les épingliers en ont de deux tailles différentes, l'une pour dégrossir, dont la taille est forte, et une d'un diamètre moins grand, dont la taille est plus fine, et qui sert à terminer la pointe. Le *dégrossissage* et le *finissage* sont exécutés par deux ouvriers différents. On peut dire sans crainte que l'empointage exécuté manuellement est l'une des opérations les plus délicates et les plus dangereuses pour les ouvriers.

« DÉCOUPAGE DES TRONÇONS PAR LONGUEUR D'ÉPINGLE. Tant que les tronçons conservent assez de longueur pour être saisis à la main, le coupeur en prend une poignée qu'il présente à une cisaille disposée à cet effet. Avant de la faire agir, il a soin que toutes les pointes se trouvent dans un même plan vertical parallèle au tranchant de la branche fixe; ce qui s'obtient au moyen d'une feuille de tôle placée à la distance convenable, qui détermine la longueur des épingles. Il rend à l'empointeur les tronçons qui n'ont plus de pointes, et lorsque enfin ces tronçons ne contiennent plus que deux épingles et qu'il faut les couper par le milieu, il les assujétit avec un coin dans une espèce de boîte en fer, ce qui permet de les présenter

à la cisaille. Les tronçons ainsi empointés s'appellent *hanses ;* ils portent une petite rebarbe occasionnée par la cisaille, qui sert à arrêter et fixer les têtes.

« TORTILLEMENT DU FIL POUR FAIRE LES TÊTES. Le fil de laiton qu'on destine à faire les têtes est plus mince que celui des épingles. On le tortille en hélice sur une broche, comme les élastiques de bretelles, sur une longueur d'un mètre et demi à deux mètres, à l'aide d'un petit touret.

« SECTION DES TÊTES. Un ouvrier assis par terre prend dans une de ses mains une douzaine de ces petits torons, qu'il présente par un de leurs bouts bien égalisés à une cisaille dont il fait agir la branche supérieure, l'inférieure étant fixée à l'autre main, observant de ne jamais couper ni plus ni moins de deux révolutions de fil.

« RECUIT DES TÊTES. On prend une grande cuillère en fer, qu'on remplit de têtes, on la fait rougir sur un brasier et on la trempe immédiatement dans l'eau froide; la trempe produisant sur le cuivre un effet inverse de celui qu'elle produit sur l'acier, on ramollit ainsi les têtes et on rend le frappage plus facile.

« FRAPPAGE OU FAÇON DES TÊTES. Cette opération, qui n'a rien de pénible, s'exécute par des femmes ou des enfants, au moyen de petits montants fixés sur les côtés d'une table. Chaque ouvrière ou têtière, assise sur un banc en face de son mouton, les deux avant-bras placés sur des appuis fixés au niveau de la table, fait jouer le mouton avec un de ses pieds, à l'aide d'une pédale et d'un levier correspondant placé dans le haut, sur les traverses supérieures. La masse du mouton, qui ne pèse qu'un kilogramme à un kilogramme et demi, porte de chaque côté deux petites oreilles percées de trous verticaux, dans lesquelles passent deux petites tringles en fer solidement fixées en haut et en bas, qui servent de guide au mouton, conjointement avec une tige qui, partant du milieu de ce mouton, va passer dans un trou correspondant, percé de la traverse supérieure qui assemble les poteaux verticaux qui s'élèvent à chaque angle de la table. Sur le haut de cette tige est une masse de plomb de forme sphérique ou cylindrique, pesant environ cinq kilogrammes. La tête du mouton se termine par une pièce en fer dans laquelle est enchâssée une petite matrice en acier, percée d'une *anche* ou *têtoir*, cavité hémisphérique destinée à former la moitié de la tête de l'épingle; au-dessous est une petite enclume portant également une matrice percée d'une anche toute semblable qui communique avec une petite rigole creusée dans l'outil et servant à recevoir le corps de l'épingle, qui serait aplatie sans cette précaution. Chaque ouvrière est munie de trois écuelles en bois, dont l'une est pleine de hanses empointées, une autre de têtes, et la dernière sert à mettre les épingles terminées. D'une main elle enfile, sans y regarder, les épingles dans les têtes, ce qui s'appelle brocher, de l'autre elle les place dans les anches, et elle fait jouer le mouton avec le pied, en ayant soin de faire tourner en même temps l'épingle pour bien frapper la tête de tous les côtés. Il faut cinq ou six coups de mouton pour chaque tête.

« JAUNIR OU DÉCAPER LES ÉPINGLES. Les épingles sortant des mains des têtières sont noires, surtout la tête; on les décape en les faisant bouillir pendant une demi-heure dans de la lie de vin ou une dissolution de crême de tartre; on les lave ensuite à l'eau avec soin.

« BLANCHIR OU ÉTAMER LES ÉPINGLES. On a des bassins d'étain de 0m 45 de diamètre, à rebords très-peu élevés; on en couvre le fond d'une couche très-mince d'épingles de la même espèce; puis, posant ces bassins l'un sur l'autre, en forme de pile, au nombre de dix-huit ou vingt, et cette pile sur une grille de fer où sont

attachées quatre cordes, deux ouvriers les portent dans une chaudière de cuivre, ayant 0^m 50 de diamètre et 0^m 75 à 0^m 80 de profondeur, établie sur un fourneau; ils continuent à y ajouter autant de piles semblables que la chaudière peut en contenir, en ayant soin de faire sortir en dehors le bout des cordes attachées aux grilles. On remplit ensuite cette chaudière d'eau bien limpide, dans laquelle on jette deux kilogrammes de crême de tartre, on laisse bouillir le tout ensemble pendant quatre heures, après quoi on retire séparément chaque pile, qu'on plonge dans de l'eau fraîche et claire.

« ÉTEINDRE LES ÉPINGLES. On donne ce nom au lavage à l'eau froide qu'on fait subir aux épingles.

« SÉCHAGE ET POLISSAGE. On sèche les épingles et on les polit en les mettant avec du son dans un tonneau que l'on fait tourner sur son axe.

« VANNAGE. On sépare les épingles du son, au sortir du tonneau, au moyen d'un van à blé ordinaire ou ventilateur.

« PIQUER LES PAPIERS. Les épingles se vendent ordinairement *boutées* dans du papier, par rangées de vingt-cinq, cinquante ou cent. Ce papier est disposé de manière à présenter autant de fois deux plis qu'on veut mettre de rangées d'épingles, et puis, au moyen d'un peigne à manche, dont les dents, au nombre de vingt-cinq, sont très-effilées, on perce à l'endroit du pli, en frappant avec un marteau sur le manche du peigne.

« BOUTAGE. Cette opération consiste à placer les épingles dans les trous du papier (1).

Nous verrons plus loin que ces deux dernières opérations s'effectuent aujourd'hui mécaniquement avec une grande régularité, aussi bien que celles relatives à la confection même des épingles.

Malgré le grand nombre d'opérations nécessaires pour cette fabrication, les ouvriers acquièrent une telle habileté qu'ils arrivent à produire une quantité considérable d'épingles dans un temps donné. Ainsi on estime qu'un atelier de 14 personnes, ouvriers et ouvrières, peut livrer par jour environ 100 milliers d'épingles de tous les numéros. Douze mille du nº 6 se vendent ordinairement 4 fr.; ce prix, extrêmement modique, tient à la judicieuse division du travail.

NOTICE HISTORIQUE

SUR LES MODIFICATIONS ET PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS

DANS LES PROCÉDÉS DE FABRICATION DES ÉPINGLES.

L'une des premières fabriques marquantes dont il a été fait mention à l'exposition des produits de l'industrie française, en 1806, est celle montée à Aix-la-Chapelle, par M. Laurent Jecker, à qui le jury crut devoir accorder une médaille d'argent. L'auteur avait, dès cette époque, apporté une modification importante au mode d'emboutissage de la tête; au lieu de les

(1) Extrait du Dictionnaire des Arts et Manufactures, tome Ier.

emboutir une par une, comme on l'avait fait jusqu'alors, les têtes étaient coulées dans des moules au nombre de 60 à la fois, de sorte qu'un enfant pouvait en faire jusqu'à 180 par minute. Il employait aussi des moyens très-simples et économiques pour étamer les épingles et les polir.

On a également mentionné, à la même date, une fabrique d'épingles établie à Laigle (Orne) et dont les produits étaient estimés.

Le premier brevet d'invention pris en France, pour des procédés mécaniques appliqués à la fabrication des épingles, date de 1813; il a été délivré le 2 février de cette année à MM. Migeon et Schervier frères. Le système de ces fabricants, publié dans le tome XV des Brevets expirés, comprenait : 1° une machine à entailler les *hanses* des épingles et y couler les têtes; 2° deux machines à diviser et plier les cartes ou feuilles de papier sur lequel on met les épingles; 3° une machine à percer le papier et à encarter les épingles. Ils montèrent à Aix-la-Chapelle une usine importante qui, en 1818, livrait journellement au commerce 3 millions d'épingles à tête coulée d'une qualité supérieure, d'après le rapport fait à la Société d'encouragement, à celle des autres manufactures.

Dans la même année 1818, cette société reçut de M. Doolittle, des États-Unis d'Amérique, les épingles fabriquées par un assortiment de 10 machines, pouvant donner par minute 300 épingles prêtes à être blanchies.

M. Leumel Wellman Wright, de Londres, se fit patenter, en Angleterre, le 15 mai 1824, pour une machine propre à fabriquer toute espèce d'épingles. Cette machine a été importée en France, et brevetée pour 15 ans, le 27 janvier 1825, au nom de M. Taylor: elle est décrite dans le tome XL des Brevets expirés. M. Molard jeune a été chargé de faire, en 1827, un rapport à la Société d'encouragement, au nom du comité des arts mécaniques; nous croyons devoir en donner un extrait, pour faire connaître le principe de cette machine, qui est d'ailleurs publiée avec détails dans le tome XXVI de son Bulletin.

« Le fil de laiton, destiné à fabriquer les épingles, est roulé, comme à l'ordinaire, sur un dévidoir conique vertical, placé sur l'un des côtés de la machine. Il passe dans un dressoir ou *engin*, et est tiré horizontalement, dans sa direction, par une pince qui le livre à une cisaille, où il est coupé par longueur d'épingle et donne *la hanse*.

« Au même instant une pince mobile la saisit transversalement par le milieu, la transporte parallèlement à elle-même, suivant un plan horizontal, dans une deuxième pince qui la saisit par le bout destiné à former la tête. Aussitôt cette dernière pince prend sur elle-même un mouvement de rotation alternatif, tout en s'abaissant de manière à faire appuyer l'autre extrémité de la hanse destinée à faire la pointe sur une meule métallique à grosse taille qui exécute la première façon de l'empointage. On remarquera ici que la hanse est appuyée sur la meule par une broche verticale qui s'abaisse en même temps.

« Ce premier empointage fait, l'épingle est saisie de nouveau à son milieu par une seconde pince qui la transporte toujours horizontalement à un deuxième touret

et qui finit l'empointage sur une meule taillée en doux, et dont la disposition est la même que dans le cas précédent.

« L'empointage terminé, une troisième pince semblable reprend l'épingle et l'apporte, toujours parallèlement à elle-même, dans une mâchoire qui la serre fortement et où la tête, par une très-forte compression exercée par un piston, dans la direction de l'épingle, reçoit une première façon.

« La tête est achevée dans une matrice percée d'un trou du calibre du corps d'épingle, l'entrée est creusée en hémisphère. Une quatrième pince semblable y apporte l'épingle qu'un piston dont la tête creusée comme l'entrée de la matrice comprime fortement; l'épingle en est retirée d'abord par l'effet de la réaction d'un petit ressort à boudin placé derrière la matrice qui, ayant été comprimé par l'épingle, la repousse aussitôt que l'action du piston sur la tête cesse, et ensuite par une petite fourchette qui s'abat entre la matrice et la tête, et qui, par un mouvement rétrograde dans le sens de l'épingle, la retire entièrement de la matrice et la fait tomber dans une boîte placée au-dessous.

« Les divers mouvements simultanés que les nombreuses fonctions de cette machine exigent, sont produits par un seul axe à manivelle qui communique son mouvement de rotation à un deuxième axe, à l'aide d'un pignon de 15 dents fixé sur le premier axe et d'une roue de 30 dents fixée sur le second, de manière que le mouvement de la manivelle se trouve ralenti de moitié; et comme c'est le deuxième axe qui porte, tant en dehors du bâtis qu'en dedans, les excentriques et les cames qui font jouer toutes les pièces de la machine, il s'ensuit qu'il faut deux tours de manivelle pour produire une épingle. L'inventeur estime que sa machine, qui n'exige que la force d'un homme, quand on ne lui donne que 36 à 40 tours par minute, peut être menée avec une vitesse de 80 tours par minute avec un moteur plus puissant et produire 40 épingles dans le même temps. Bien qu'on ne l'ait pas fait tourner devant nous avec cette dernière vitesse, nous croyons qu'on peut sans inconvénient, tant que la machine n'est pas fatiguée, la lui donner, vu l'extrême régularité avec laquelle tous ses mouvements s'exécutent. Le constructeur ayant fait en acier trempé toutes les pièces qui éprouvent des frottements, leur durée est pour ainsi dire illimitée.

« Cette machine, dont l'emplacement n'exige pas plus d'un mètre superficiel, est du prix de 3,000 francs. On peut, avec des pièces de rechange, fabriquer par ce moyen plusieurs sortes d'épingles; mais il paraît qu'en Angleterre, où elle est en activité depuis plusieurs années, on préfère en avoir une pour chaque numéro, ce qui ne laisse pas que d'employer un capital assez considérable, puisqu'on fait jusqu'à trente-deux numéros d'épingles.

« Après vous avoir rendu compte de cette nouvelle machine, une des plus ingénieuses assurément qu'on puisse inventer, et qui remplit parfaitement son objet sous le rapport de la perfection du produit, permettez-nous d'ajouter quelques observations sur son travail comparé avec celui qu'on obtient du travail manuel à la fabrique d'épingles de Laigle.

« Nous avons vu que la machine, menée avec la vitesse qu'elle comporte, peut faire 40 épingles par minute, ou 2,400 par heure;

Soit 28,800 par jour de 12 heures,

en employant la force de deux hommes pour tourner la roue et un tiers d'homme pour en surveiller le travail. Pour simplifier, supposons qu'on ait trois machines

qui exigeront alors sept hommes, lesquelles pourront fabriquer 86,400 épingles par jour, prêtes à être blanchies et polies, deux façons que les machines ne leur donnent pas, mais qui sont si peu dispendieuses, qu'on peut n'en pas tenir compte.

« Or, d'après le tarif de Laigle, la façon de 12,000 épingles rivées, du numéro 18 correspondant à celles qui ont été faites sur la machine, se paie 2 fr. 25 c. Comme les trois machines en produisent 86,400, les sept hommes ne gagneraient que 16 fr. 20 c., en les comptant sur le même pied ; de laquelle somme il faut déduire l'intérêt du capital, l'entretien, et le bénéfice de l'entrepreneur, il ne resterait donc qu'environ 10 fr. pour le salaire de sept ouvriers. Cette machine, dans l'état où elle se trouve, tout admirable qu'elle est, ne nous paraît donc pas présenter des résultats tellement supérieurs sous le rapport des bénéfices, qu'on puisse conseiller d'en faire usage immédiatement ; nous pensons que les fabricants de Laigle, que son annonce avait tant effrayés, pourront soutenir la concurrence avec cette machine, à cause de la bonne division du travail qu'ils ont adoptée depuis longtemps.

« Mais, d'un autre côté, la machine, sous le rapport de la salubrité, présente des avantages. On sait que les empointeurs, malgré toutes les précautions qu'ils prennent, ne peuvent se garantir d'aspirer lap oussière de cuivre que l'empointage produit et qui les fait périr de très-bonne heure, s'ils ne quittent pas le métier : il nous semble que la machine, qu'on pourrait mettre dans une cage fermée de toutes parts, n'aurait pas cet inconvénient. On peut dire aussi que les têtes prises dans la hanse de l'épingle sont plus solides que les têtes rapportées, qu'un certain effort fait souvent glisser le long de la tige. »

Avant la machine de M. Wright, nous aurions dû citer celle de M. Spooner, brevetée en France, dès le 17 août 1814, et publiée, après déchéance, dans le tome XVIII. Cette machine, qui, suivant l'auteur, peut fabriquer, en une seule opération, des épingles en fil de laiton et autres, dans tous les numéros, est tout à fait incomplète, car le dessin qu'il en donne ne fait aucunement voir le mécanisme. L'auteur s'est contenté de représenter, par quelques lignes seulement, les deux cylindres qui servent à faire avancer le fil, deux barres droites à rainures demi-cylindriques qui forment conducteurs, deux autres plus épaisses dont la longueur, dit-il, est égale à celle du corps de l'épingle, plus cinq fois le diamètre de la tête ; en avant le couteau pour couper le fil, et en arrière deux règles garnies de cuir, pouvant glisser l'une sur l'autre sur leur longueur, pour donner un mouvement de rotation aux épingles ; plus loin, le poinçon destiné à former la tête, et enfin la meule cylindrique d'acier, couverte de hachures, pour former la pointe, puis une meule verticale à gorge qui enlève la saillie laissée sur la tête par le poinçon.

Aucun mouvement, aucun mécanisme n'est indiqué dans le tracé ni dans la description, de sorte qu'il faudrait réellement inventer la plus grande partie de la machine pour la mettre à exécution. C'est ainsi que souvent des brevets sont demandés avec des dessins, des mémoires incomplets, qui ne font pas suffisamment comprendre les inventions et occasionnent aux auteurs des procès dont ils sont souvent victimes.

Pour faire voir combien ce sujet a été étudié, mentionnons encore

comme mémoire les divers brevets suivants qui ont été pris en France et en Belgique.

Brevets français. — Machine à frapper, au moyen d'une vis, les têtes d'épingles préparées à l'ordinaire. — Brevet d'importation de 10 ans, pris le 2 mars 1827, par M. Cunningham, et publié tome XXXV.

Machine à fabriquer les épingles de toilette, mue par un mouvement rotatif continu. — Brevet d'importation de 15 ans, délivré le 12 décembre 1832 à M. Rowe-Dauson, de Londres, et expiré en 1847.

Machines perfectionnées propres à fabriquer des épingles, aiguilles, rivets, vis à bois et clous. — Brevet d'importation de 10 ans, délivré le 20 février 1835, à M. Poole, de Londres, et expiré en 1845.

Machine propre à têter les épingles à têtes solides ou d'une seule pièce. — Brevet d'invention de 10 ans, délivré le 10 août 1836 à M. Rémond, d'Orléans, expiré en 1846.

Machine propre à la fabrication des têtes d'épingles d'après un nouveau système. — Brevet d'importation de 15 ans, délivré le 29 novembre 1838 à MM. Fouquet et fils de Rugles.

Perfectionnements apportés aux machines ou appareils destinés à fabriquer les épingles et à les encarter. — Brevet d'importation de 15 ans, délivré le 8 octobre 1840 à M. Coates.

Machine propre à faire les épingles et clous d'épingles. — Brevet d'invention de 15 ans, délivré le 27 septembre 1841 à MM. Sudds, Windsor et Nicholson de Rouen.

Procédé propre à fabriquer les épingles. — Brevet d'invention de 10 ans délivré le 14 mars 1844 à M. Renaud, à Paris.

Perfectionnements apportés à la fabrication des épingles en fer et en acier. — Brevet d'invention de 10 ans (avec plusieurs additions), délivré à M. Chevrier, à Paris.

Épingles à tête sertie sans soudure. — Brevet d'invention de 15 ans, pris le 31 octobre 1844 par M. Bontant, à Paris.

Brevets belges. — Machine à pointer les épingles et à évider, trouer les aiguilles à coudre. — Brevet d'importation de 10 ans, délivré le 30 novembre 1837 à M. Cocker, à Louvain.

Perfectionnements apportés aux machines ou appareils propres à fabriquer les épingles et à les encarter. — Brevet d'importation de 5 ans, délivré le 7 décembre 1840 à M. Howland Bill, à Ixelles.

Machine servant à la fabrication des épingles — Brevet d'invention de 10 ans, délivré le 14 juin 1840 à MM. Larose et Florinus, à Liége.

Machine à fabriquer les épingles et les clous d'épingle. — Brevet d'importation de 5 ans, délivré le 22 août 1841 à M. Drouin, à Saint-Josse-ten-Noode.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A ÉPINGLES,

REPRÉSENTÉE PL. 36 ET 37.

La machine à épingles, brevetée en France, au profit de M. Newton, de Londres, et que nous allons décrire, est sans contredit l'une de celles qui présentent le plus d'intérêt et le plus de chances de succès. Patentée pour 14 ans en Angleterre, le 19 septembre 1844 (1), cette machine est appelée à y jouer un rôle important, et nous ne doutons pas que chez nous elle ne soit également accueillie avec faveur, si nous en jugeons par celles qui déjà ont été mises à exécution.

Les dessins que nous en donnons représentent l'appareil spécialement applicable à la fabrication des épingles; mais en augmentant convenablement les dimensions de ses différentes parties constituantes, ils peuvent aussi, comme le fait observer l'auteur lui-même, représenter des machines pres à fabriquer des clous d'épingles, des rivets, des vis à tête, sans les filets, etc.

Les fig. 1 et 2 du dessin, pl. 36, représentent la machine vue toute montée en élévation et en plan.

La fig. 3 en est une section longitudinale faite par le milieu, suivant la ligne 1-2, et la fig. 4 une coupe horizontale faite à la hauteur de l'axe principal, suivant la ligne 3-4.

La fig. 5, pl. 37, représente une vue par bout de l'appareil, du côté où se terminent les épingles.

Les fig. 6 et 7 sont deux sections transversales opposées et parallèles, l'une faite sur la ligne 5-6 du plan, et l'autre suivant la ligne 7-8.

Les fig. 8, 9 et 10 montrent les détails du mécanisme appliqué à l'appareil pour faire la pointe des épingles au fur et à mesure que leur tête est frappée.

A l'aspect de ces dessins, on peut dire que si les mouvements sont bien entendus, bien combinés, les bâtis ne sont pas heureusement disposés; les formes carrées, irrégulières, ne donnent pas à l'appareil un coup d'œil agréable qu'on aime à rencontrer généralement dans les machines. Mais à part cette observation, on ne peut s'empêcher de reconnaître qu'il se distingue par plusieurs particularités très-remarquables de certaines parties du mécanisme. Ainsi la *formation de la tête des épingles se fait en deux fois*, avec le même poinçon et les mêmes coins; disposition qui présente l'avantage d'augmenter la quantité de métal à fournir pour achever la tête, et

(1) On sait que les patentes anglaises sont accordées pour quatorze ans; or la nouvelle loi sur les brevets, en permettant aux étrangers de se faire breveter en France, ne délivre le titre que pour la durée du privilége accordé ailleurs. Ainsi la patente de M. Newton en Angleterre, datant du 19 septembre 1844, son brevet français, demandé pour le même objet le 18 octobre 1845, expire le 19 septembre 1853, c'est-à-dire qu'il est de moins de treize ans. Du reste, comme la taxe se paie par annuités, le titulaire n'a réellement à payer que treize années.

qui ne paraît pas avoir été faite jusqu'ici dans les autres machines à épingles ou à fabriquer les clous, les rivets, les vis, etc.

L'opération de l'*empointage*, qui a été jusqu'à présent une grande difficulté mécanique, est aussi effectuée d'une manière très-intéressante par un système de meule cylindrique animée d'un mouvement de rotation rapide, et en même temps d'un mouvement d'oscillation ascensionnel et descensionnel, qui détermine la forme conique. En outre, les épingles sont amenées successivement d'une extrémité à l'autre du cylindre par une règle mobile qui les laisse échapper aussitôt que l'empointage est terminé.

La construction des leviers qui opèrent les pressions principales mérite également d'être signalée, parce que montés sur lames flexibles, au lieu d'être assemblés à charnière, le frottement et l'usure sont beaucoup moindres que dans le cas où ils seraient montés sur des axes.

Ayant déjà décrit avec détails (tom. IIe) une bonne machine à clous d'épingle, nous croyons qu'il n'est pas moins utile de donner également une description complète de la machine nouvelle particulièrement appliquée à la fabrication des épingles, à cause de l'intérêt qui s'y rattache et des combinaisons particulières de son mécanisme.

Nous allons, pour cela, suivre les diverses opérations qu'elle effectue depuis le dressement du fil jusqu'à l'empointage.

MÉCANISME PRINCIPAL. — FORMATION DE LA TÊTE ET SECTION DES ÉPINGLES.

CHARIOT CONDUCTEUR ET PINCES. — Le fil métallique qui doit former les épingles est, comme à l'ordinaire, préalablement enroulé sur une grosse bobine ou dévidoir placé près d'une extrémité de l'appareil. Pour se développer, il est redressé pendant sa marche, par des moyens analogues à celui que nous avons indiqué dans la machine à clous, décrite tome IIe. On le fait alors passer sur un coussinet ou buttoir *a*, pour le diriger dans le canal formé par les deux règles *b b'*, qui lui servent de guides, et qui composent cette partie du mécanisme qu'on peut appeler *chariot-conducteur*. L'une de ces règles, celle inférieure, est portée, sur toute sa longueur, par une traverse horizontale fondue avec le bâtis A de la machine, et sur laquelle elle peut glisser pour amener le fil, de gauche à droite, jusque vers la lunette *c* et par suite près des pinces droites ou mâchoires *d* et *d'*. La seconde règle *b'*, placée sur la première, serre le fil contre celle-ci, aux instants voulus, et l'abandonne ensuite, en se soulevant, chaque fois qu'une *hanse* est coupée.

La mâchoire *d* est immobile, solidement fixée au bâtis par des vis obliques *e*, qui permettent de l'ajuster avec toute la précision désirable, suivant la grosseur du fil et par suite le numéro des épingles que l'on veut produire. La seconde pince ou mâchoire *d'*, de mêmes dimensions que la

première, est aciérée comme elle et entaillée pour pouvoir pincer les hanses, quand elles sont rapprochées l'une de l'autre. Cette pince est ajustée et assujétie par des vis *e'* vers l'extrémité d'un fort levier en fonte B dont la forme est bien indiquée sur le plan coupé fig. 4.

Mouvement de la pince mobile. — Ce levier est horizontal et repose sur une large nervure intérieure fondue avec le bâtis (fig. 7) ; mais il n'est retenu à celui-ci que par une bande élastique *f*, qui lui permet de prendre une certaine oscillation, comme s'il pivotait sur un axe (fig. 2 et 4) ; par ce mode d'attache, on comprend que le mouvement, qui est du reste très-petit, est entièrement libre et ne produit aucun frottement sur le bâtis. On évite donc ainsi l'usure et le jeu de ces parties mobiles et on leur conserve toute la précision qu'elles doivent avoir pour un travail continu et régulier. Sur le dos du levier, en regard de la machine qu'il porte, est appliqué un *sabot* aciéré *g*, dont la face opposée est taillée en plan incliné, pour correspondre avec celle du coin mobile *h*, qui glisse parallèlement au côté intérieur du bâtis, en reposant sur celui-ci et en frottant contre une dame rapportée *i*. Un chapeau plat *j*, retient ce coin au-dessus, de sorte qu'il est parfaitement guidé et ne peut marcher que dans une direction rectiligne.

Cette marche lui est imprimée par un excentrique *k*, monté sur l'arbre de couche *l*, qui est l'arbre moteur principal de toute la machine. En tournant, cet excentrique, que l'on voit détaillé fig. 11, tend à pousser le coin mobile *h* de droite à gauche, mais dès qu'il l'abandonne, celui-ci est immédiatement repoussé de gauche à droite, par un ressort méplat et vertical *m* (fig. 1), dont on règle la tension à volonté par une vis de pression ; ce ressort forme crochet par le haut, pour s'adapter au bouton cylindrique saillant sur le bout de la tige horizontale qui prolonge le coin. Il est aisé de concevoir que par cette disposition, lorsque l'excentrique agit sur le coin, le sabot *g* est poussé vers le centre de la machine, et par suite le levier B, et la mâchoire *d'* qu'il porte se rapproche de la mâchoire fixe *d*, pour pincer le fil métallique. Ce serrage a lieu au moment où celui-ci est arrivé près du poinçon ou du marteau *n* qui doit frapper la tête de l'épingle, et cesse dès que celle-ci est formée.

Marteau a former la tête, et son mouvement. — Le poinçon consiste en une pièce d'acier présentant sur la face antérieure une petite cavité de forme sphérique correspondante au centre des pinces ; il est ajusté à coulisse et assujéti solidement sur le porte-marteau C par des vis de centrage (fig. 3) qui permettent de régler exactement sa position. Le mouvement rectiligne alternatif qu'il doit avoir est produit par un excentrique à deux saillies D, placé au milieu de l'arbre moteur et destiné à le faire presser deux fois par chaque révolution. Un coussinet aciéré *o* est adapté sur la nervure du porte-marteau pour recevoir l'action de l'excentrique ; un coussinet semblable *o'* est rapporté de même à la tête du coin mobile, pour être en contact avec l'excentrique *k*, afin de diminuer autant

que possible l'usure, et de pouvoir toujours remplacer ces coussinets dès qu'on s'aperçoit qu'il existe du jeu.

Le porte-marteau C doit faire, comme on le voit, l'office de levier oscillant, et à cet effet, il est aussi relié par sa partie inférieure, qui est élargie, à une plate-bande en acier f', par laquelle il est relié à la traverse inférieure p, solidaire avec le bâtis, afin de se mouvoir aussi sans frottement et par conséquent sans produire d'usure.

L'arbre principal l n'est pas seulement porté par les coussinets q, ajustés et fixés sur les deux côtés du bâtis par des boulons et des cales, mais encore il est retenu vers le milieu, près de l'excentrique D, par un collet q', qui l'empêche de fléchir; une vis buttante r règle la position exacte de ce collet pour qu'il ne serre pas trop ni trop peu.

Mouvement du chariot conducteur. — Nous avons vu que le chariot conducteur b b' doit, à chaque révolution de l'arbre moteur, amener le fil métallique vers les pinces ou mâchoires d d'; il faut donc qu'il ait pour cela un mouvement de va-et-vient, dont l'amplitude correspond à la longueur des hanses. Ce mouvement est aussi produit par un excentrique ou par une came plate E, qui, en tournant, vient agir sur le bout recourbé d'un grand levier en fer F, muni, comme les précédents, d'une dame ou d'une cale aciérée o^2. Ce levier, placé à l'extérieur du bâtis de la machine, fait corps avec l'extrémité d'un axe horizontal G auquel il transmet le mouvement circulaire alternatif qu'il reçoit de l'excentrique; une autre branche de levier H, monté vers le milieu du même axe, s'adapte par sa partie supérieure qui est à coulisse, à un bouton du chariot, afin d'entraîner celui-ci de gauche à droite, quand elle passe à la position indiquée en lignes ponctuées sur la fig. 3ᵉ.

Mais pour que le fil avance avec le chariot, il faut nécessairement qu'il soit pincé par les deux règles b b', qui alors doivent être rapprochées. Cet effet a lieu au moyen de la came I, sur la circonférence de laquelle repose le bout de la tige plate recourbée s, assemblée à charnière avec la règle inférieure, et portant une oreille munie de vis de pression s', qui vient s'appuyer sur la règle supérieure, laquelle présente une certaine flexibilité parce qu'elle est amincie vers la gauche (fig. 3). Il est évident que lorsque la partie saillante de la came soulève la tige s, la vis de pression serre cette seconde règle contre la première, et par suite le fil est solidement pincé, ce qui a lieu pendant une demi-révolution de l'arbre moteur; c'est aussi dans cet instant que l'excentrique E opère, et que le chariot conducteur avance. Mais dès que la came n'agit plus, la tige retombe, la vis est élevée, et la règle b' est libre, par conséquent le chariot peut retourner en arrière, sans entraîner le fil avec lui. Ce retour est effectué par le ressort à boudin J dont l'extrémité s'appuie sur un goujon adapté au chariot et qui est enroulé par le bas sur un tourillon fixe J'.

Double frappage de la tête. — Aussitôt que cette manœuvre est faite, la mâchoire d' se rapproche de celle d pour serrer le fil près de l'ex-

trémité qui doit être frappée; ce rapprochement a lieu, comme nous l'avons dit plus haut, au moyen de l'excentrique *k* qui pousse le coin *h*, et par suite le porte-mâchoire B. C'est alors que la tête se forme, c'est-à-dire que le poinçon *n* est chassé rapidement par la première saillie de l'excentrique D, qui force le porte-marteau C à s'avancer de droite à gauche. Le choc a lieu contre les mâchoires *d d'*, qui de ce côté sont fraisées, comme le poinçon, suivant la forme sphérique que la tête doit avoir. Après cette percussion, la rotation de l'arbre moteur *l* continuant, et l'excentrique D ainsi que celui *k*, qui lui ressemble, étant dégagés derrière leur première saillie, le porte-marteau recule légèrement en arrière, les mâchoires s'ouvrent, tandis que la came E, dont le contour extérieur est un peu excentré, fait encore avancer le chariot *b b'* d'une petite quantité pour fournir ainsi une faible addition de métal à la formation de la tête. Dès que cet avancement est effectué, la seconde saillie de l'excentrique D repousse de nouveau le poinçon *n* qui, de cette sorte, frappe une deuxième fois; on obtient alors une tête bien formée, très-régulière, et ayant la quantité de matière nécessaire.

On comprend sans peine qu'en changeant les excentriques, on peut modifier à volonté la longueur des hanses et la grosseur des têtes; mais dans une fabrique importante chaque machine peut faire spécialement une ou deux sortes d'épingles seulement.

Section des hanses. — Après cette période de mouvement, la tête étant ainsi bien formée, le fil métallique doit être coupé à la longueur voulue pour détacher l'épingle; cette séparation est effectuée d'une manière très-simple, par un couteau d'acier *t* rapporté à la partie inférieure d'un levier courbe *u*, et qui se met en conctact avec la face verticale du guide fixe à lunette *c*. Ce couteau représenté en détail (fig. 13) est accompagné d'un guide *t'* et présente d'un côté son arête tranchante inclinée et sur l'autre face une entaille circulaire. La queue du levier *u* se prolonge jusqu'au dehors de la machine, pour former touche sur la came saillante *v*, qui fait corps avec la poulie motrice P, et une autre branche verticale est fixée à l'axe *u'*, sur lequel est enroulé un ressort à boudin dont un bout est attaché au bâtis (fig. 2 et 4). Ainsi, lorsque la came *v* repousse la touche ou la branche recourbée du levier, celui-ci pivote sur son axe, et alors le couteau *t* descend sur le fil qu'il tranche aussitôt. En cet instant, les mâchoires *d d'* s'ouvrent, et le poinçon s'en éloigne, l'épingle tombe; mais il reste à l'épointer.

Une machine qui ne ferait que les opérations qui précèdent serait évidemment incomplète, elle doit nécessairement comprendre le mécanisme propre à faire les pointes, en opérant avec la même rapidité. Cette opération est, sans contredit, l'une des plus délicates et des plus difficiles dans la fabrication des épingles; aussi les inventeurs qui se sont occupés de cette question ont-ils dû y apporter toute leur attention.

On a vu, par ce qui précède, que dans la fabrication manuelle, elle est

effectuée l'une des premières, avant la confection de la tête, comme aussi dans la machine de M. Wright, mais il n'en est pas de même dans celle importée par M. Newton; elle est au contraire exécutée en dernier lieu; les hanses sont coupées de longueur, et les têtes sont frappées lorsque l'empointage commence. Le mécanisme additionnel pour cette dernière opération est fort ingénieux; nous l'avons représenté en détail sur les fig. 8, 9 et 10.

Conducteur et coulisse. — Au-dessous du couteau d'acier t et des pinces d d', l'auteur a disposé un conducteur incliné w formé de deux plaques qui passent par une ouverture ménagée dans le levier porte-poinçon. La partie supérieure a ses côtés intérieurs en forme de V, pour diriger les épingles dans un canal inférieur qui en est le prolongement. Ce canal, composé de deux joues parallèles rapprochées, est justement assez large pour permettre l'introduction du corps de l'épingle, mais ses rebords empêchent la tête de passer. Il suit de là que les épingles sont forcées de prendre une position verticale (fig. 3), et que glissant par leur gravité, elles arrivent bientôt dans la coulisse transversale et horizontale x (fig, 9). Cette coulisse est formée, d'un côté, par une règle K fixée au bâtis de la machine, et de l'autre, par une seconde règle ou barre mobile L, qui est portée sur des consoles. La face interne de ces deux règles est garnie de peau, de drap ou d'autres substances légèrement élastiques, afin d'empêcher les épingles de glisser pendant qu'elles subissent l'opération de l'empointage.

Chassis porte-meule. — Un cadre ou châssis oscillant M est suspendu dans les coussinets portés par les deux montants Y, pour recevoir l'axe de la meule cylindrique en acier trempé N, qui est taillée en limes sur toute sa surface extérieure, pour empointer les épingles. Un mouvement de rotation rapide est imprimé à cette meule, au moyen de la poulie à gorge O, rapportée à l'extrémité de son axe, et d'une poulie plus grande O', montée sur un axe intermédiaire y, qui est lui-même commandé par l'arbre moteur de tout l'appareil, à l'aide de deux autres poulies semblables P' et P^2. Le rapport entre les diamètres de ces deux dernières poulies étant environ de 1 à 4,5, et celui qui existe entre les diamètres des deux premières étant comme 1 à 6, on voit que la meule doit tourner $4,5 \times 6 = 27$ fois plus vite que l'arbre de commande; par conséquent, si celui-ci fait 100 révolutions par minute, la meule doit en faire $100 \times 27 = 2700$.

Parcours rectiligne des épingles. — La règle mobile L reçoit son mouvement rectiligne alternatif, au moyen d'une tringle inclinée en fer Q, qui a son point d'articulation, vers le milieu, à l'extrémité d'une pièce fixe boulonnée au bâtis, et dont le sommet est muni d'un coussinet en contact avec la face latérale de l'excentrique courbe R, rapporté au bout de l'arbre moteur. Toutes les fois que les parties saillantes de cet excentrique repoussent le haut de la tringle, la règle est forcée de marcher de gauche à droite (fig. 5), et elle revient à sa position primitive quand l'excentrique pré-

sente ses parties creuses, par l'effet du ressort S, qui est contourné en hélice autour d'un goujon fixe inférieur.

Ce mouvement de va-et-vient de la barre mobile L ne ferait véritablement que pousser les épingles en avant et en arrière, sans les faire sortir de la coulisse transversale, si l'auteur n'avait eu le soin d'ajouter un mécanisme, à l'aide duquel les épingles sont obligées de s'avancer graduellement pour se dégager de la coulisse et par suite toucher au dehors de l'appareil. Ce mécanisme consiste en une corne saillante *z*, qui s'applique contre le bout de la barre et qui est fixée à la partie inférieure d'un levier vertical en fer *z'* de peu d'épaisseur. Ce levier a son point d'appui dans le bas, contre le côté extérieur du bâtis, et se trouve en contact par le haut avec une came T, montée sur l'arbre de couche principal (fig. 3, 4 et 5).

A chaque révolution de l'arbre, la came repousse ce levier et par suite sollicite la corne saillante *z* à faire marcher la règle d'une très-petite quantité dans ses coussinets, pour la mettre hors du contact des épingles. Remarquons que comme ce léger mouvement est rapide, tout étant très-faible, les épingles ne s'échappent pas pour cela, mais elles ne peuvent revenir sur elles-mêmes. A tout autre instant, la règle est forcément tenue en contact avec les épingles, à l'aide du ressort S, qui porte à l'autre extrémité prolongée un contre-poids proportionné à la grosseur des épingles. Le recul de la barre mobile a lieu à chaque révolution de la came que porte l'arbre principal, et pendant que cette règle exécute son mouvement rétrograde. Il en résulte naturellement que le frottement qu'elle exerce contre les épingles étant diminué au moment de son recul, celles-ci ne sont ramenées que jusqu'aux deux tiers environ de la distance qu'elles parcourent, par l'avancement de la règle. Par conséquent, elles sont ainsi graduellement portées en avant, et arrivent vers l'extrémité de la coulisse d'où elles tombent dans un récipient inférieur.

MOUVEMENT OSCILLATOIRE DE LA MEULE. — On comprend que dans ces trajets successifs, les hanses restant toujours suspendues verticalement, sont constamment en contact par leur partie inférieure avec la surface extérieure de la meule cylindrique, qui les lime et les use graduellement. Mais pour que cette usure détermine la forme conique que les pointes doivent avoir, il est encore nécessaire de donner à la meule, outre sa rotation continue, un petit mouvement circulaire alternatif qui la fasse rapprocher légèrement des épingles. Cet effet est obtenu au moyen de la tringle verticale U, attachée par articulation à l'extrémité prolongée d'un côté du châssis M qui porte la meule, et recourbée par le haut, pour se mettre en contact avec une came triangulaire X à angles arrondis (fig. 1 et 12), également rapportée sur l'arbre principal. Il est aisé de voir qu'à chaque révolution de l'arbre cette came fait baisser et lever la tringle U, et par suite le châssis M, qui alors oscille sur des pointes à vis taraudées au sommet des montants Y; la meule portée par ce châssis se rapproche ou s'éloigne par conséquent du bout des hanses et les lime en pointe.

Petite meule additionnelle. — Au fur et à mesure que les épingles s'avancent vers l'autre extrémité de la meule cylindrique N, elles rencontrent une seconde petite meule Z beaucoup plus courte que la première (fig. 9), et de forme conique, taillée comme elle, mais à dentures plus fines. Cette meule est montée angulairement de manière à être conduite par le simple frottement de la grande meule; son axe est aussi placé un peu plus bas et plus avant du côté des épingles, afin de donner à celles-ci une pointe moins aiguë et la rendre par suite plus ferme, plus solide que si elle était trop effilée; elle enlève, en outre, les aspérités ou les barbes qui resteraient après l'empointage.

Observations.— Cette machine, ainsi toute montée et pouvant effectuer les diverses opérations que nous venons d'indiquer pour la fabrication des épingles, est d'une dimension telle que pour se trouver à la hauteur convenable, elle doit se placer sur une table ou sur un établi; en effet, la distance du centre de l'arbre moteur au-dessus de sa base n'est pas de plus de 50 centimètres, sa largeur à cette base est à peine de 32 centimètres, et sa longueur de 70 centimètres, de sorte que sans les poulies et autres organes situés en dehors du bâtis, elle n'occupe qu'un espace de 0,32 × 0,70 = 21,4 décimètres quarrés, soit environ 1/4 de mètre quarré.

Produit de la machine. — En admettant que l'arbre principal fasse 100 révolutions par minute, et nous sommes convaincu qu'on peut lui en faire faire davantage, on voit qu'une machine peut fabriquer

$$100 \times 60 = 6000 \text{ épingles par heure,}$$

$$\text{ou } 6000 \times 12 = 72{,}000 \text{ par journée de 12 heures.}$$

Dix à douze machines semblables, disposées pour les divers numéros principaux d'épingles, permettraient, comme on le voit, de former une manufacture assez importante capable de livrer au commerce 4 à 5 millions d'épingles par semaine, et en employant très-peu de bras.

Nous croyons qu'on peut exécuter de telles machines, au prix de 15 à 1,800 francs, en y apportant tout le soin et toute la précision qu'elles exigent.

MACHINE

A BOUTER LES ÉPINGLES

SUR LES FEUILLES DE PAPIER,

Importée par **M. NEWTON**, de Londres.

(PLANCHE 37.)



Si les machines à fabriquer les épingles sont appelées à se répandre dans les diverses manufactures importantes de France et d'Angleterre, on peut reconnaître aussi que les appareils à bouter ne sont pas moins destinés à rendre de grands services dans les usines mêmes qui travaillent manuellement.

Cette opération du boutage, n'exigeant pas une grande force, était effectuée par des enfants ou des femmes; elle consiste, comme on le sait, à disposer avec régularité sur des bandes de papier percées plusieurs rangées d'épingles, à égale distance. Dans le travail manuel, nous avons vu que le piquage des bandes et le boutage se font séparément et par des ouvriers distincts. Avec l'appareil importé par M. Newton, et breveté en France à la même date que la machine à épingles (1), le piquage et le boutage se font simultanément. Pendant que les épingles arrivent d'un côté et se rangent parallèlement à elles-mêmes, le papier arrive de l'autre, se plie convenablement et se présente à l'action même des épingles qui le traversent deux fois de suite. Il suffit d'une pédale ou d'un mouvement alternatif produit par un moteur quelconque, pour bouter à chaque coup une rangée d'épingles.

Cet appareil, que nous allons décrire avec quelques détails, remplit le but avec une précision remarquable; le principe en est heureusement combiné, quoiqu'il nous ait semblé qu'on pouvait mieux faire comme construction, mais il est facile de voir que l'auteur a donné tous ses soins aux parties mobiles de l'instrument et non au bâtis ou autres parties fixes.

(1) L'auteur a cru devoir prendre pour cet appareil un brevet spécial, indépendant de celui qu'il demanda le même jour pour sa machine à épingles ; nous croyons qu'il aurait pu se contenter de prendre un seul brevet pour ces deux machines, comme étant relatives à une même publication, car l'une est véritablement la suite de l'autre ; il y a autant de liaison, de connexité entre elles, qu'entre une machine à vapeur et son générateur, qu'entre une locomotive et son tender.

Des machines de ce genre, qui doivent opérer avec la dextérité que l'on rencontre dans les ouvriers très-exercés, ne laissent pas que d'être difficiles à imaginer, à cause des opérations particulières qu'elles doivent remplir, pour suppléer aux mouvements d'une main habile. Ainsi, distribuer les épingles, les ranger par ordre et les présenter successivement par nombre exact sur les bandes de papier, ployer celles-ci, puis les faire piquer par les épingles mêmes aux instants voulus, sont autant d'opérations distinctes que l'appareil doit effectuer avec rapidité, et en même temps avec une extrême régularité que l'on n'exige souvent pas d'un travail manuel.

Description du mécanisme. — Les fig. 14 et 15 de la pl. 40 représentent le plan vu en dessus, et la section verticale suivant la ligne 7-8, de cette machine à bouter montée sur un petit bâtis en fonte.

Elles montrent à droite le vase ou récipient métallique circulaire A, dans lequel un enfant est chargé de verser les épingles *a* qu'il apporte à l'appareil, et à gauche le conduit arrondi B, sur lequel se placent les bandes de papier *b*, qui préalablement peuvent être tracées suivant des lignes parallèles correspondantes aux divisions faites sur les joues verticales qui forment les bords du conduit. Une ouverture latérale est pratiquée à la base du récipient, pour permettre aux épingles de sortir et de se diriger par le plan incliné C, dans les mortaises ou coulisses longitudinales formées par l'espèce de grille à jour D. Les épingles tombant dans ces coulisses sont séparées par les parois pleines de la grille, qui étant aussi inclinée que la table C, les obligent à glisser vers la partie inférieure, en restant suspendues par leur tête, comme le montre la fig. 15, parce que les vides formés par les coulisses correspondent simplement au diamètre du corps de l'épingle et sont plus étroits que leurs têtes. Pour que les épingles, chassées du vase, ne puissent s'échapper sur les côtés, la grille est garnie au-dessus de deux joues latérales *d* qui ferment exactement et qui se terminent par une troisième joue transversale et recourbée *d'*, laquelle descend tout contre la surface de la grille, de manière à permettre à une rangée d'épingles de passer, mais non à plusieurs qui viendraient par la chute se coucher les unes sur les autres.

Une règle ou barre transversale mobile E, est placée à l'extrémité de cette grille inclinée, pour porter une suite de petits ressorts à pincettes *c*, dont le bout inférieur descend assez bas pour retenir, aux moments voulus, chaque rangée d'épingles par leur tête, et ne les laisser échapper qu'à l'instant où elles doivent s'enfoncer dans le papier; ces ressorts correspondent donc, par leur position, à celle des épingles mêmes. Deux pattes recourbées F, se relient avec la règle, afin de servir à soulever celle-ci d'une petite quantité, lorsqu'une rangée d'épingles est passée et qu'il faut par conséquent en laisser passer une suivante; ces pattes ont leur centre d'oscillation autour d'un point fixe inférieur *e* adapté aux côtés du bâtis G de l'appareil, et l'une d'elles porte une branche plus élevée, munie d'un

goujon *f*, pour recevoir, d'une part, l'action de la touche H, lorsqu'elle descend, et de l'autre, celle d'un ressort recourbé I, qui est fixé au bâtis par son autre extrémité. L'objet de ce ressort est de maintenir la règle dans la position abaissée qu'elle occupe sur le dessin fig. 15, tandis que la touche a pour but de la faire lever, au contraire.

La touche H est attachée vers le milieu d'un balancier en fer méplat J qui peut osciller par l'une de ses extrémités, autour du centre de l'axe *h*, porté par les pointes à vis *g*, qui, à l'autre extrémité, reçoit par articulation, l'espèce de bielle K, dont le bas est relié à un levier L et à une tringle verticale M. Cette tringle est animée d'un mouvement alternatif, soit par une pédale, soit par tout autre moyen ; en montant ou en descendant, elle fait monter ou descendre avec elle la bielle, le balancier et tout ce qu'il porte. Un fort ressort à boudin N, qui enveloppe l'axe *h*, et dont un bout est fixé au bâtis, pendant que l'autre presse sous un goujon *i* appliqué au balancier, tend à soulever celui-ci ou à le maintenir dans la position élevée qu'il occupe, sans empêcher néanmoins la tringle d'agir pour le faire abaisser toutes les fois qu'il est nécessaire.

Une équerre à fourche O, suspendue par un axe à ressort *j*, au même balancier, à côté de la touche H, porte dans le bas un repoussoir mince en fer P, qui est garni à sa partie inférieure de dentelures angulaires, comme le montrent les fig. 16 et 17, afin de correspondre aux vides de la grille D. Ce repoussoir monte et descend nécessairement comme le balancier, et vient, en s'appliquant derrière la règle mobile E, presser sur la tête des épingles, pour les forcer à pénétrer dans le papier qu'elles doivent traverser.

Une seconde règle transversale Q, qui est aussi comprise entre les deux côtés du bâtis, sert de guide à cette platine et se trouve pour cela taillée sur l'une de ses faces, suivant des rainures angulaires correspondantes aux dentelures et dans lesquelles les épingles se logent en partie. Pour qu'elle ne présente pas de rigidité, cette règle est montée sur deux tourillons *k* (fig. 16 et 18) qui lui permettent d'osciller légèrement sur elle-même, pendant qu'un ressort recourbé *l*, attaché au support de l'axe *h*, la maintient suffisamment dans la position qu'elle doit occuper.

Au-dessous de cette règle taillée sont deux autres règles ou pinces plates R, R′ dentelées chacune comme l'indique la fig. 19 pour pincer la bande de papier qui doit passer entre elles, en laissant en même temps l'espace nécessaire au passage des épingles qui descendent la piquer. L'une de ces pinces, la première R, est fixe, attachée par deux boulons aux côtés du bâtis, la seconde R′ peut s'en approcher ou s'en éloigner d'une petite quantité, parce qu'elle est adaptée à une pièce transversale S, qui est solidaire avec le montant incliné T, lequel peut osciller par le bas sur l'axe *m* et porte au sommet un petit galet mobile *n*. Or, dans le mouvement descensionnel de la bielle K qui est légèrement renflée vers son milieu sur une face, elle force ce galet à s'avancer vers la droite, et en même temps la

traverse avec la pince R′. Un ressort à boudin U est aussi enveloppé autour de l'axe *m*, pour forcer le montant T à revenir sur lui-même, et par conséquent la pince dentelée R′ à reculer un peu en arrière.

Les fig. 20 et 21 désignent sur une échelle plus grande cette portion importante du mécanisme, comprenant les quatre règles dont nous avons parlé; la première de ces deux figures correspond à la coupe verticale (fig. 15) et montre la position des pièces au moment où le repoussoir P est élevé, et les deux pinces éloignées; le repoussoir permet alors aux épingles d'approcher contre la règle fixe Q et de descendre, et les pinces permettent de faire couler la bande de papier sur le conduit B, pour la faire prendre entre elles. La fig. 21 montre les premières pièces lorsqu'elles sont rapprochées, c'est-à-dire lorsque les pinces se soutiennent et que par suite la bande de papier est serrée; le repoussoir est alors descendu, et, appuyant sur la tête des épingles, les force à pénétrer dans le papier et à s'y maintenir.

Jeu de l'appareil. — Il est facile de comprendre maintenant par ce qui précède quel est le travail d'une telle machine.

Les épingles jetées, comme nous l'avons dit, dans la cuvette, sont poussées par un enfant jusque vers l'ouverture correspondante à la table inclinée C, d'où elles tombent successivement dans chacun des vides de la grille, en restant en suspension à ses parois. Elles glissent ainsi suspendues sur toute la longueur de cette grille, dont l'inclinaison est calculée pour qu'elles ne descendent pas trop rapidement, et elles arrivent bientôt à la partie inférieure, où elles se trouvent arrêtées par le bout inférieur des petits ressorts *c*. A ce moment, on fait avancer une bande de papier sur le conduit B; si alors on agit sur la pédale pour tirer la tringle K de haut en bas on rapproche les pinces, qui la serrent au degré convenable, pendant que le repoussoir descend et force toute une rangée d'épingles à piquer la bande deux fois de suite et à s'y loger. Dans le même temps, la touche H fait mouvoir la règle porte-ressorts E d'une très-petite quantité, pour laisser la rangée d'épingles libres, et diminuer le frottement du repoussoir contre elle. Aussitôt que la pédale est abandonnée, le repoussoir se relevant par l'effet du fort ressort N qui tend à faire revenir le balancier dans sa position primitive, une nouvelle rangée d'épingles descend contre la règle Q, et comme la touche H remonte aussi, la première règle porte-ressorts E revient également à sa place pour retenir la rangée suivante. De même la pince mobile R′ s'écarte de celle R, et rend la bande de papier libre; on peut donc la faire glisser de nouveau sur son conduit B, et recommencer immédiatement la même opération.

Avec une personne habituée à conduire une telle machine, on comprend que l'on doit arriver à bouter très-rapidement, et, avec quelques appareils semblables de divers numéros, satisfaire par suite à tout le travail d'une fabrique importante.

MINES.

MACHINE A VAPEUR,

A SIMPLE EFFET,

APPLIQUÉE A L'ÉPUISEMENT DES EAUX

AUX MINES DU COMTÉ DE CORNOUAILLES,

ÉTABLIE D'APRÈS LE SYSTÈME DE

MM. SANDYS, CARNE et VIVIAN

(Ateliers et fonderies de Hayle, Cornwall).

(PLANCHES 38, 39 ET 40.)

Avant d'entreprendre la description des machines hydrauliques ou d'épuisement employées dans les principales mines d'Angleterre, nous avons pensé qu'il ne serait pas sans quelque intérêt d'en donner un aperçu historique particulièrement appliqué à leur travail et de remonter à l'origine de leur introduction, c'est-à-dire vers la fin de l'année 1711.

Newcomen et Cawley furent les premiers qui, à cette époque, proposèrent d'épuiser l'eau d'une mine de charbon dans le comté de Warwick en employant la nouvelle machine à cylindre. Leur proposition n'ayant pas eu de succès, ils contractèrent, peu de temps après, un engagement avec M. Back, de Wolverhampton, pour un épuisement analogue. La machine qu'ils employèrent et qu'on distingue, du nom de son auteur, par *machine de Newcomen*, était pourvue d'un étui enveloppant le cylindre pour contenir l'eau froide destinée à condenser la vapeur, et avait sa surface de piston recouverte d'eau pour empêcher le passage de l'air. Les courses successives s'effectuaient par la manœuvre manuelle de soupapes, régulateurs, ou leviers nécessaires à son mouvement, ce qui présentait un travail fort ennuyeux et exigeait une surveillance continuelle.

Un jour que la machine fonctionnait, on fut fort surpris de voir le piston donner plusieurs coups de suite, et cela avec une grande vitesse. Après

bien des recherches, on trouva que ce piston était percé d'un trou. C'était en tombant par ce trou de la partie supérieure du piston que l'eau froide avait condensé rapidement la vapeur dans l'intérieur même du cylindre. Cette découverte fut le germe de celle de la condensation de la vapeur par injection, et la machine de Newcomen put dès lors donner six, huit ou dix coups à la minute, à l'aide d'une soupape que l'on ouvrait lorsque le piston était au haut de sa course. On sait comment, en 1713, un jeune ouvrier, Humphrey Potter, qui était chargé de suivre la marche de la machine, pour ouvrir et fermer les soupapes, conçut l'idée de faire faire ce service, au moyen de crampons et de ficelles, par le balancier même de la machine.

C'est à partir de 1769 que les perfectionnements devinrent importants dans la machine à vapeur, et que le génie de Watt établit son système sur des bases toutes nouvelles. L'histoire de ses perfectionnements est trop connue pour que nous en parlions autrement que pour consigner les faits et les dates qui se rapportent à l'introduction et à l'usage de sa machine dans les Cornouailles.

La première qu'il y monta avait un cylindre de 76 centimètres, et fut érigée à Creegbraws, près Chacewater, très-peu après celle de Smeaton à Chacewater même. Cette dernière machine avait une puissance de 78 chevaux environ, avec un cylindre de 1^m83 de diamètre, une course de 2^m74, et fournissait 9 coups doubles par minute. Elle fonctionnait d'une manière très-régulière, et acquit à juste titre une grande célébrité. Voici, en peu de mots, son organisation. Quand la machine est à l'état de repos, l'extrémité du balancier qui porte la tige de la pompe, est toujours inclinée vers le bas. On a donné à cette extrémité un excès de poids, afin de faire prendre spontanément au balancier cette position sans le secours de la vapeur et malgré le frottement et l'inertie de la matière. La première chose à faire, pour mettre en marche la machine, est d'ouvrir le régulateur ou la soupape qui ferme la communication entre la chaudière et le cylindre. Celui-ci se charge immédiatement de vapeur, qui se condense d'abord très-rapidement au contact du métal froid; la vapeur continue ainsi à se condenser jusqu'à ce que le cylindre soit devenu aussi chaud qu'elle-même. Dès que cet effet est produit, la vapeur, par sa pression, ouvre la soupape *reniflante* et chasse l'air qui remplissait le cylindre; on ouvre alors, au moyen d'une corde, une soupape qui tient fermé le tuyau d'injection dans le réservoir même placé tout au haut du bâtiment; on relève, en même temps, la manette qui avait été abaissée pour ouvrir le régulateur. La communication entre la chaudière et le cylindre est ainsi supprimée, et le robinet d'injection se trouve ouvert; le vide se produit alors instantanément par le jet d'eau froide, et la machine donne un coup de piston. La tige à taquets, dans sa descente, frappe, par une saillie ou un taquet, contre le levier de la manette qui vient d'être relevé; le robinet d'injection se ferme, et le régulateur s'ouvre. Comme la pression exercée par la

vapeur est à peu près égale à celle de l'atmosphère, le piston monte, entraîné qu'il est par le poids plus considérable de l'autre extrémité du levier. La tige, en remontant, et vers la fin du coup, frappe de bas en haut contre le même levier au moyen d'un autre taquet. Le passage de la vapeur se trouve donc de nouveau fermé, et celui de l'eau d'injection ouvert. Le piston donne ainsi un nouveau coup, et le même effet se continue tant que la machine est entretenue avec de la vapeur et de l'eau froide.

L'eau chaude, provenant de la condensation de la vapeur, sort du cylindre par le tuyau d'échappement pour descendre dans la bâche, d'où une partie se rend dans la chaudière, pour remplacer l'eau qui s'est vaporisée. Un petit tube, partant du tuyau d'injection, déverse de l'eau sur la surface supérieure du piston pour empêcher le passage de l'air.

Quand il fallait faire varier la quantité de travail à effectuer par la machine, on y parvenait au moyen d'un appareil appelé *cataracte*, qui déterminait le nombre de coups de piston accomplis par la machine au moyen de l'ouverture variable d'un robinet. La découverte de la cataracte n'est pas due à Smeaton; on l'employait avant lui dans les machines du Cornouailles. La cataracte dont on se sert aujourd'hui est de beaucoup supérieure à cette dernière; nous les examinerons toutes deux dans le courant de notre description.

La grande dépense de charbon qu'exigeait l'entretien des machines du Cornouailles, fut l'origine d'une foule d'essais, que l'on fit dans ce pays pour perfectionner les chaudières. Ces essais remontent à une époque déjà ancienne des progrès de la vapeur. Disons seulement que cette machine élevait 3 1/2 millions de kilogrammes à une hauteur de 1 mètre par hectolitre de charbon brûlé, soit 43,750 kilogrammètres par kilog. de combustible.

Les perfectionnements introduits par Watt, depuis cette époque, dans les machines du Cornouailles (*Cornish pumping engine*) consistent dans :

1° La conservation du cylindre à vapeur à une haute température par une enveloppe ou chemise de vapeur.

2° La grande et importante invention de la condensation de la vapeur dans une capacité séparée.

3° L'extraction de l'air et de la vapeur non condensée par la pompe à air.

4° La substitution de la force expansive de la vapeur pour presser sur le piston en remplacement de l'atmosphère ; la machine cesse alors d'être *atmosphérique* et devient machine *à vapeur*.

5° L'emploi de matières oléagineuses pour rendre le piston hermétique, en remplacement de l'eau en usage auparavant.

6° L'invention et l'application du principe de la détente, en interceptant la vapeur avant la fin de la course du piston ;

7° L'introduction de la machine à double effet ;

8° La disposition connue sous le nom de *parallel motion* (parallelogramme (1).

Avant l'introduction de la machine de Watt dans les Cornouailles, Hornblower était l'un des principaux constructeurs de machines de ce district, et il paraît qu'il mit la plus grande activité à ne point se laisser dépouiller d'un monopole aussi avantageux. La patente qu'il prit dans ce but présente les traces d'un plagiat manifeste, à l'exception, toutefois, de l'application de deux cylindres, application qui n'a pas donné de résultats plus efficaces que le seul cylindre de Watt, mais qui peut être très-avantageuse, dans les circonstances, par exemple, qui demandent une grande égalité de mouvement, ou lorsque le principe de l'expansion est appliqué sur une grande échelle.

Plusieurs excellentes machines d'épuisement, à deux cylindres, ont été construites dans les Cornouailles, et nous savons qu'en ce moment même on en établit encore quelques-unes, dans le but, nous le supposons du moins, d'appliquer en grand le principe de l'expansion, sans avoir recours à la nécessité d'augmenter considérablement la force des différentes parties de la machine. Cependant, nous pensons que le même effet peut être obtenu tout aussi avantageusement et avec beaucoup plus de simplicité, en augmentant la longueur de la course du piston ; et d'ailleurs la parfaite régularité du mouvement est de peu d'importance dans une machine d'épuisement (2).

En 1793, un rapport fut fait sur le travail accompli par 17 machines construites par Watt et travaillant alors aux Cornouailles. Ce rapport n'est vérifié par aucun acte authentique, mais il ne s'élève aucune raison pour faire douter de son exactitude.

En 1798, ce travail était beaucoup moindre ; en conséquence, des expériences furent faites par un comité de cinq personnes, sur 23 machines dont 4 à double effet, et la moyenne du travail trouvé fut de 16 millions de livres d'eau élevées à 1 pied par boisseau de charbon brûlé, ce qui correspond à 53,000 kilogrammètres par kilogramme de combustible.

La table suivante donne la liste de ces machines avec le travail de chacune pour chaque kilog. de charbon. Elle peut servir de base pour les comparaisons de l'effet utile, et marquer précisément le point de départ des expériences.

A partir de cette époque, on obtint des résultats de plus en plus satisfaisants.

(1) William Pole. *A treatise on the cornish pumping engine*. Pag. 21 et 22.

(2) *Artizan-club*. Traduction de C.-E. Jullien. Pag. 28 et 29.

DISPOSITION des MACHINES.	DIAMÈTRE du CYLINDRE.	TRAVAIL en KILOGRAMMÈT.	OBSERVATIONS.
Simple cylindre........	m. 0.508	32,719	
d°...........	0.533	53,530	
d°...........	0.143	96,925	On pensait alors que des inexactitudes s'étaient présentées dans les communications relatives à ces deux machines.
d°...........	0.914	92,168	
Double cylindre.........	1.067	59,436	
Simple cylindre.........	1.600	49,626	
Double cylindre.........	1.143	49,593	
Simple cylindre.........	1.143	50,870	Dans sept de ces machines, la longueur de la course du piston est de 1^{m} 83, et dans la 8e, de 2^{m} 44 ; en conséquence, le travail moyen est de 52,223 kilogrammètres.
d°...........	1.143	49,299	
d°...........	1.143	46,912	
Double cylindre.........	1.067	61,224	
Simple cylindre.........	1.067	50,743	
d°...........	0.914	60,325	Le diamètre du cylindre n'a pas été indiqué.
d°...........	» »	39,942	
d°...........	0.762	45,901	
d°...........	0.508	40,440	
Double cylindre.........	0.375	19,919	
Simple cylindre.........	0.762	45,512	
d°...........	0.711	66,487	
d°...........	0.914	30,887	
d°...........	0.533	43,173	
d°...........	0.508	49,116	
d°...........	1.219	89,852	Meilleure machine.

De 1815 à 1821, le résultat obtenu était déjà, en moyenne, bien supérieur ainsi que le montre la 2e table.

ANNÉES.	NOMBRE de MACHINES.	TRAVAIL MOYEN en KILOGRAMMÈTRES.	LES MEILLEURES MACHINES	
			DISPOSITION.	TRAVAIL MAXIMUM en kilogrammetres.
1815	35	56,973	Double cylindre........	170,864
1816	35	75,141	d°..........	185,892
1817	35	86,575	d°..........	170,864
1818	36	82,982	d°..........	155,182
1819	40	85,922	Simple cylindre 1^{m} 93..	152,994
1820	46	93,763	Double cylindre.......	164,792
1821	45	91,556	» »	156,682

Les perfectionnements introduits depuis 1821 consistent principalement :

1° Dans l'extension apportée au principe de la détente, en employant la vapeur à une plus haute pression;

2° Dans l'augmentation considérable de la surface de chauffe, comparativement à la quantité d'eau évaporée et de charbon consommé ;

3° Dans un plus grand soin apporté pour ménager le combustible ; dans le perfectionnement des détails de la machine, de la construction des parties travaillantes et particulièrement de la pompe à élever l'eau, pour diminuer autant que possible les résistances passives, etc. ;

4° Dans l'attention la plus scrupuleuse pour éviter les pertes de chaleur par tous les moyens.

Les résultats obtenus par ces divers perfectionnements ont été tels que le travail moyen ordinaire s'est élevé de 91,556 à 163,350 kilogrammètres, et celui des meilleures machines de 153,549 à 326,700 kilogrammètres par kilog. de charbon.

En 1822, plusieurs anciennes machines furent renouvelées, et en excitant l'émulation des jeunes ingénieurs, on obtint encore de grandes économies. On dit alors que Woolf avait prédit qu'on arriverait bientôt à établir des machines qui atteindraient 100 millions.

La table suivante montre le travail des machines de Cornouailles de 1822 à 1843 inclusivement.

ANNÉES.	NOMBRE de MACHINES.	TRAVAIL MOYEN en KILOGRAMMÈTRES.	LES MEILLEURES MACHINES	
			DISPOSITION.	TRAVAIL MAXIMUM en kilogrammètres.
1822	52	94,416	Double cylindre.......	154,202 k.
1823	52	92,129	d°..........	166,617
1824	49	92,456	Cylindre de 2m 03......	153,222
1825	56	104,544	d°..........	176,418
1826	51	99,643	d°..........	163,350
1827	51	104,871	d°..........	203,207
1828	57	130,879	d°..........	284,229
1829	53	136,234	d°..........	267,894
1830	56	141,461	d°..........	254,499
1831	58	141,788	d°..........	253,845
1832	59	147,015	d°..........	298,604
1833	56	152,212	d°..........	289,120
1834	52	156,163	d°..........	319,839
1835	54	156,163	d°..........	312,978
1836	61	152,242	d°..........	311,672
1837	58	153,549	d°..........	277,695
1838	61	163,350	d°..........	235,152
1839	52	179,685	d°..........	234,172
1840	54	176,418	d°..........	266,914
1841	56	178,705	Cylindre de 2m 16	332,907
1842	49	175,765	d°..........	351,202
1843	36	196,020	d°..........	313,958

La charge sur le piston était de 1 kil. 054 à 1 kil. 265 par cent. carré

dans les 49 machines existantes en 1842. La charge d'eau dans les machines atmosphériques était généralement de 0,49 à 0,56 par cent. carré, et dans les machines de Watt de 0^{k} 703.

MM. Lean, dans *Historical statement* de 1839, établissent ainsi l'accroissement successif du travail obtenu par les machines du Cornouailles depuis 1814 jusqu'à 1836.

DIAMÈTRE des CYLINDRES.	TRAVAIL MOYEN EN KILOGRAMMÈTRES PAR KILOGRAMME DE HOUILLE pour toutes les machines enregistrées.			
	1814.	1821.	1828.	1835.
Au-dessous de 0.761 m.	39,911	54,174	72,035	93,133
De 0^{m} 761 à 1.017	50,245	62,704	74,920	103,741
De 1.017 à 1.270	54,041	77,267	90,805	122,573
De 1.270 à 1.524	54,654	79,195	94,596	122,641
De 1.524 à 1.780	63,577	77,420	112,323	141,979
De 1.780 à 2.030	84,936	103,429	147,162	175,235
De 2.030 à 2.285	74,667	90,925	130,200	149,998

L'effet utile de ces machines, dont les pompes entretenues avec soin perdent peu d'eau, s'estime par le produit du poids de l'eau élevée et de la hauteur d'élévation, et l'on calcule ce poids par le volume engendré par le piston dans sa course. Cet effet utile est, comme on sait, enregistré mensuellement dans chaque mine, et les résultats sont publiés.

Le tableau ci-dessus montre combien la publication mensuelle des effets produits a contribué à l'accroissement de ces effets par l'émulation, par les perfectionnements, et surtout par l'emploi de plus en plus développé de la détente, qu'elle a provoqué. On voit, en effet, qu'en 1835, l'effet utile par kilogramme de houille brûlée a été pour toutes les classes de machines plus que double de ce qu'il était en 1814.

On reconnaît, en outre, que l'effet utile par kilogramme de houille brûlée croît avec les dimensions du cylindre jusqu'à une certaine limite correspondante de 1^{m} 780 à 2^{m} 030, et qu'au delà il paraît décroître.

Les mêmes auteurs, voulant montrer l'économie résultant de cette augmentation de travail, ont établi l'état comparatif suivant relatif aux machines fonctionnant en 1814 et en 1835.

Dans ce tableau on a tenu compte du prix du combustible de manière à pouvoir établir immédiatement les bénéfices numéraires annuels, qui sont énormes.

NOMBRE DE MACHINES et DIAMÈTRE DU CYLINDRE.	NOMBRE de quintaux de charbon consommés par chaque machine en 1835.	NOMBRE total de quintaux de charbon consommés en 1835.	NOMBRE total de quintaux de charbon consommés moyennement en 1814.
	q	q	q
24 machines n'excédant pas 0m76 c............	2,389 95	57,358 80	136,865 67
23 do. de 0m76 à 1.01	3,855.64	88,679.83	146,715.43
10 do. de 1.01 à 1.27	5,311.61	53,116.10	120,477.17
14 d . de 1.27 à 1.52	5,379.81	75,317.34	185,893.69
17 do. de 1.52 à 1.78	6,361.07	108,138.20	241,490.27
10 do. de 1.78 à 2.03	1,0091.52	100,915.10	208,201.87
6 do. de 2.03 à 2.28	1,4170.91	85,025.53	170,806.55
Machines diverses.			
14 machines n'excédant pas 0m76 c............	4,114.10	57,397.37	314,557.48
66 do. do. 0.76	1,193.28	78,756.48	188,020.54
Consommation annuelle en quintaux............................		704,904.75	1.713,028.37
Ou......................... Tonneaux.......		70,490.47	171,302.83
Coûtant 21 francs le tonneau y compris le transport, ... ci....		1.480,299.87	3.597,359.43
Ce qui présente une économie de combustible de fr. 2,117,059.56 c. par année.			

Ainsi, en 1835, l'économie faite sur le combustible par rapport à 1814, sur toutes les machines établies dans le comté de Cornouailles, s'élevait à plus de deux millions de francs. Depuis cette époque la consommation du charbon étant sensiblement diminuée, on réalise chaque année une économie bien plus considérable encore, comparativement à l'époque antérieure.

En France, où le combustible est beaucoup plus cher qu'en Angleterre, les différences seraient encore plus marquantes, aussi importe-t-il d'apporter des soins et de l'attention dans la construction des machines, si on veut réellement parvenir à des économies notables.

Sans examiner davantage et séparément les noms de constructeurs qui construisirent ou perfectionnèrent les machines de Watt, nous allons faire connaître en peu de mots quel genre de travail elles avaient à effectuer et les conditions particulières de ce travail. La plus grande partie de ces renseignements sont empruntés au savant rapport de M. Combes, sur l'exploitation des mines du Cornwall et du Devon (1).

(1) Annales des mines, 3e série, tom. v.

Les quantités d'eau affluentes dans la plupart des mines du Cornwall sont très-considérables. Les difficultés d'épuisement croissant avec la profondeur des travaux souterrains, on les a surmontées, d'une part, en empêchant, autant que possible, les eaux des niveaux supérieurs de tomber au fond des travaux; d'autre part, en construisant des machines plus puissantes.

Dans un petit nombre de localités, les pompes sont mues par de grandes roues en dessus, placées près de l'orifice des puits. Mais en général la difficulté, et souvent même l'impossibilité d'amener des cours d'eau assez considérables, ont obligé d'avoir recours à la puissance de la vapeur.

Le grand intérêt que l'on a eu à ramener au *minimum* la consommation en houille, a été la cause première des nombreuses améliorations qui, dans une période de vingt ans, ainsi que nous l'avons constaté par les tableaux précédents, ont réduit de moitié la consommation moyenne de toutes les machines, ou si l'on veut doublé l'effet utile.

Les pompes employées à l'épuisement des eaux de mines sont généralement des pompes foulantes à piston plein (*plunger pumps*). L'eau est toujours foulée, dans les tuyaux montants des pompes, par le poids de la maîtresse tige qui est à son tour soulevée par le moteur. Quand le moteur est une machine à vapeur, elle est placée tout près de l'orifice du puits, et son piston transmet ordinairement le mouvement à la maîtresse-tige, au moyen d'un balancier placé au-dessus du cylindre. La machine étant à simple effet, la pression de la vapeur sur le piston produit l'ascension de la maîtresse-tige, qui descend ensuite lentement par suite de l'excès du poids qu'elle conserve sur les colonnes d'eau foulées par les *plungers*. Pendant ce temps, le piston de la machine est également pressé par la vapeur sur les deux faces, le dessus et le dessous du cylindre étant en communication entre eux.

DESCRIPTION DES MACHINES D'ÉPUISEMENT,

REPRÉSENTÉES PL. 38, 39 ET 40.

Les machines d'épuisement du Cornouailles sont à simple effet; leur théorie est à proprement parler la même que celle des machines à vapeur à double effet, seulement leur travail n'en est que la moitié pour un même nombre de coups doubles de piston.

Elles sont ordinairement à balancier et appliquées à faire mouvoir des pompes aspirantes et foulantes : elles n'ont par conséquent à soulever, comme nous l'avons dit, que le poids des tiges et des pistons de ces pompes; la montée de l'eau dans les tuyaux d'ascension et la descente des tiges et des pistons, s'effectue alors en vertu du poids de ces pièces. Quand ce poids n'est pas assez ou est trop considérable, on emploie pour ramener l'équilibre un contre-poids particulier (*balance bob*), placé à un ou plusieurs étages suivant la force dont on veut disposer.

Comme la consommation du combustible est très-considérable dans ces machines, il est de la plus haute importance de leur donner toutes les dispositions qui peuvent apporter de l'économie dans la dépense de la vapeur. Aussi sont-elles toutes à détente et à condensation ; à détente, parce qu'on peut appliquer ce mode de distribution à toutes les machines ; à condensation, parce que l'eau ne peut manquer d'être en abondance là où la force motrice est spécialement employée à l'extraire.

La machine d'épuisement dont nous allons donner la description est représentée dans son ensemble et vue extérieurement sur la fig. 1re, pl. 38.

Elle consiste en un balancier L, porté sur un mur M, et communiquant par chacune de ses extrémités, d'une part à la tige *l* du piston moteur N, et de l'autre à la maîtresse-tige O des pompes. Comme les rayons ou leviers du balancier sont inégaux, la vitesse qu'ils communiquent à ces tiges est par suite inégale : celle du piston à vapeur est la plus grande. Cette disproportion dans les deux parties du balancier de chaque côté de l'axe d'oscillation, permet d'avoir une grande longueur de course, sans être obligé pour cela de communiquer une trop grande vitesse aux pistons des pompes d'épuisement, ce qui les mettrait bientôt hors d'usage.

La course du piston à vapeur est limitée par une traverse *m* qui, munie d'oreilles, vient porter contre des poutrelles élastiques *n*, lorsque les oscillations du balancier tendent à prendre trop d'amplitude, ce qui pourrait occasionner des ruptures, par suite du choc du piston contre le fond du cylindre. Dans les machines à rotation, cette précaution est inutile, car la course est constante et invariablement réglée par la manivelle. Des treuils ou grues P, sont disposées au-dessus du cylindre à vapeur et des pompes particulières de la machine pour soulever aisément leurs pistons. On voit sur la fig. 1re, pl. 38, et à une plus grande échelle fig. 17, pl. 40, la disposition de ces pompes.

La vitesse avec laquelle se succèdent les coups de piston, est réglée par un appareil nommé *cataracte*, qui n'est autre qu'une pompe foulante détaillée fig. 15 et 16, pl. 40.

La figure 2, pl. 38, représente la coupe de la machine par l'axe du cylindre à vapeur. Dans ces deux premières figures, le bâtiment ou plutôt le hangar qui sert de chambre à la machine, est représenté coupé de manière à ne cacher aucune pièce du mécanisme ; le tout est dessiné à l'échelle de 1/50e.

La fig. 3, pl. 39, indique une portion du cylindre et de la distribution, en supposant cette dernière vue extérieurement et dans une position correspondante à l'élévation du piston.

La fig. 4 indique les mêmes pièces dans une position directement opposée.

Les fig. 5 et 6 représentent dans les mêmes rapports le mouvement de la cataracte.

La fig. 7 est l'ensemble complet de ces mécanismes ; les différents leviers

vus de champ ou de côté et disposés suivant l'arrangement des fig. 3 et 5; ces diverses figures de la pl. 39 à l'échelle de 1/25e.

La planche 40 est consacrée aux détails des soupapes, de la cataracte, de la condensation, etc.

SOUPAPES ET CYLINDRE A VAPEUR.

Une des particularités importantes des machines du Cornouailles, est l'emploi de soupapes pour opérer la réglementation de la vapeur; elles doivent fonctionner avec une très-grande régularité et indépendamment l'une de l'autre, aussi les différents taquets, manettes et leviers qui les mettent en mouvement présentent-ils un aspect assez compliqué.

Construction des soupapes. — L'invention des soupapes particulières employées aux machines d'épuisement remonte à une cinquantaine d'années, elle est due au célèbre ingénieur Hornblower, qui vers 1800 en fit la première application. Son principe ne tarda pas à être décrit et developpé dans l'ouvrage de Tredgold, mais des défauts de construction et une mise en marche erronée nuisirent à son prompt développement.

Quelque temps après, Arthur Woolf ayant reconnu la grande importance de son principe en perfectionna la forme et le mouvement, et avec le génie mécanique dont il était doué, parvint à surmonter toutes les difficultés et à établir un appareil parfait qui fut généralement adopté dans les machines du Cornouailles. Néanmoins, cette soupape serait restée inconnue dans les autres pays, si de récentes applications faites par M. Fairbairn à sa machine rotative et par quelques ingénieurs écossais, ne l'eussent fait connaître plus généralement.

Aujourd'hui toutes les bonnes et nouvelles machines en sont pourvues, et son emploi se répand dans une foule de constructions en remplacement des soupapes ordinaires.

Dans la machine que nous décrivons, les soupapes sont au nombre de quatre, savoir :

La soupape régulatrice A (*governor valve*).

La soupape à vapeur ou d'admission B (*steam valve*).

La soupape d'équilibre C (*equilibrium valve*).

Ces trois soupapes servent pour la distribution de la vapeur.

La soupape d'exhaustion ou d'absorption D (*exhaustion valve*), qui sert pour la condensation.

Ces soupapes étant identiques dans leur construction, sauf les dimensions, nous ne décrirons que la dernière, en nous réservant, néanmoins, de donner sur les autres toutes les explications nécessaires à leur mouvement et leurs propriétés.

La soupape D, choisie comme spécimen, est représentée en coupe verticale par l'axe fig. 8, et en plan vu en dessus fig. 9 (pl. 40); elle est entièrement en bronze, sauf la tige *a*, qui est en fer forgé, et se compose de deux

parties, l'une fixe *b*, l'autre *c*, mobile et liée à la tige *a*. La partie *b* repose par son contour sur un évidement dressé et exactement rodé *d* (fig. 10), où elle est fixée au moyen d'une traverse ou platine inférieure *e*, prenant son point d'appui sur la partie opposée de l'évidement, et d'un boulon à écrou *f*, dont on n'aperçoit que le trou, fig. 9. Elle présente à sa partie supérieure la forme d'une cuvette et à celle inférieure l'aspect d'un anneau; ces deux bases non interrompues, sont reliées par cinq nervures ou *côtes* *g*, qui viennent converger à l'axe et qui permettent à la vapeur, lorsque la partie mobile est soulevée, de passer de la boîte E (fig. 10 et 10[a]) par les ouvertures de la partie fixe.

La partie mobile *c* est un solide creux de forme annulaire : elle est ouverte en haut et en bas. Elle tient à la tige *a* par les traverses *h*, qui ayant beaucoup de hauteur et peu de largeur, laissent un grand passage à la vapeur. Lorsqu'elle n'est pas soulevée, elle repose sur la pièce fixe par deux portions de surfaces coniques *i i'*, qui viennent couvrir des surfaces égales, exactement polies sur les contours supérieur et inférieur de la partie fixe. Entre ces portions de surfaces coniques, dont l'étendue en largeur est très-petite, la partie mobile *c*, est renflée, ainsi qu'on le voit clairement par la fig. 8, de sorte que son contour intérieur ne touche le contour extérieur de la partie fixe, que par les deux portions de surfaces coniques *i i'*. Cela posé, quand la pièce mobile tombe sur la pièce fixe et que les surfaces servant de siége sont en contact, il est évident que la vapeur qui est en E, ne peut traverser la soupape; par conséquent, il n'y a pas de communication entre le bas du cylindre et le condenseur. Mais si l'on soulève la pièce mobile de manière que les surfaces *i i'* se séparent, la vapeur pénètre aussitôt par le haut de la pièce mobile dans les renflements de cette pièce, d'où, suivant la direction des flèches, elle s'écoule à travers la surface à claire-voie de la partie fixe, tandis qu'elle pénètre directement dans l'intérieur de cette même partie, par les espaces vides que le bas de la pièce mobile *c*, a laissés à découvert en le soulevant.

Outre l'avantage d'une plus large et d'une plus prompte distribution de vapeur, ce genre de soupape offre encore celui de n'exiger, pour sa manœuvre, qu'une dépense de force excessivement minime si on la compare à celle qui est nécessaire pour soulever des soupapes ordinaires dans les mêmes conditions (1).

Jeu des soupapes. — Examinons maintenant quelles sont les fonctions respectives des soupapes, relativement à la réglementation de la vapeur, et disons quelques mots de la boîte qui les renferme. Cette boîte F, représentée en coupe verticale suivant la ligne 3-4, en coupe transversale suivant 5-6, et en coupe horizontale suivant 7-8, forme le couronnement d'un large tuyau-colonne G, par lequel la vapeur se rend à la condensation, et communique directement avec lui par le second tuyau H. Elle est fondue avec une tubu-

(1) Voir *Publication industrielle*, VI[e] vol., 1[re] livr.

lure I qui communique avec le tuyau d'arrivée de vapeur et sur laquelle se place la soupape régulatrice A ; la soupape d'admission B, est placée dans une capacité analogue I', et peut communiquer avec la soupape d'équilibre C, placée dans le milieu. Des couvercles j, j', j^2, fondus avec de longues boîtes à étoupes b', b^2, b^3, servent à la fois de guides aux tiges a', a^2, a^3 des soupapes, et de bouchons par lesquels on peut les visiter, les nettoyer ou les retirer; celui du milieu j', a une forme particulière pour remplir le vide de la boîte F qui, en cet endroit, est munie d'un canal annulaire k, par lequel la vapeur circule de la soupape d'admission à celle régulatrice, sans jamais se rendre directement à celle d'équilibre. La tubulure latérale rectangulaire l', qu'on voit représentée sur les fig. 12 et 13, pl. 40, communique directement avec l'orifice supérieur du cylindre à vapeur. Elle traverse à cet effet la chemise K qui enveloppe la boîte de distribution, et l'intervalle qui existe entre ces deux parties est garni de matières non conductrices de la chaleur. Ceci étant entendu, il devient facile de comprendre le mouvement de la vapeur dans la boîte de distribution et de suivre le jeu des diverses soupapes.

Comme nous venons de le dire, la vapeur arrive de la chaudière par la tubulure I, passe d'abord par la soupape régulatrice qui sert pour ainsi dire de valve ou de papillon et dont l'ouverture constante se règle à la main par la manivelle J. Arrivée dans la boîte de distribution, elle passe par les deux conduits k, qui se trouvent au-dessus de la soupape d'équilibre, pour se rendre à celle d'admission B, d'où elle s'introduit dans le cylindre par la tubulure l' et fait descendre le piston. Lorsque celui-ci remonte, la vapeur qui agit sur sa paroi supérieure, passe sous celle inférieure par la soupape d'équilibre qui se trouve alors ouverte de manière que la vapeur qui agit sur le piston établit, en passant en dessous, un équilibre entre les pressions, jusqu'à ce que la soupape d'épuisement ouvrant la communication du condenseur livre passage à la vapeur, qui s'y précipite et prépare le cylindre à une course suivante.

Nous dirons comment tous ces mouvements s'effectuent en temps utile et quel est leur rapport avec les autres organes de la machine, il est maintenant nécessaire d'étudier ces organes pour ne revenir au mouvement général que quand nous les connaîtrons tous.

Du cylindre a vapeur et de son piston. — Le cylindre à vapeur de la machine d'épuisement que nous décrivons n'a de particulier que les précautions dont il est entouré, pour éviter le refroidissement. Ainsi, la vapeur engendrée dans les chaudières y est amenée par un tuyau en fonte O' (fig. 2), enveloppé de caisses quarrées contenant de la sciure de bois, et y pénètre directement par l'orifice p; néanmoins, un tuyau à double tubulure q, d'environ 10 centimètres de diamètre, introduit constamment de la vapeur entre la double enveloppe, ainsi que dans le socle ou double fond inférieur r. Comme ce tuyau suit une pente assez prononcée du cylindre à

la chaudière, il sert également à ramener à cette dernière toute l'eau de condensation des surfaces enveloppantes.

Le cylindre proprement dit Q est fondu avec deux brides *s s'* servant à recevoir par des boulons, la première, extérieurement, la chemise en fonte R, et la seconde, intérieurement, le premier couvercle supérieur S, garni de fortes nervures et fondu avec la boîte à étoupes *t*, ainsi qu'avec un réservoir ou gouttière *u*, servant à recueillir la graisse soulevée par la tige du piston. Une seconde enveloppe en bois *r* remplie de sciure, entoure et ferme tout cet assemblage, et un chapeau de bronze *x*, en complète la fermeture hermétique. On conçoit qu'avec toutes ces précautions la vapeur ne puisse subir de refroidissement notable (1). Toutefois, dans certaines localités elles ont été jugées insuffisantes et sont augmentées de deux enveloppes supplémentaires, l'une à air, placée immédiatement après les chemises de fonte, et l'autre en briques maçonnées comme un mur, et formant l'intermédiaire entre cette colonne d'air et le lit de sciure. Il est difficile de pousser les précautions à de plus extrêmes limites.

Au milieu de l'étoupe du *stuffingbox*, se trouve une douille évidée et percée *z* (fig. 2), en communication avec l'enveloppe à vapeur par le petit tuyau recourbé *g* (fig. 1re), lequel est muni d'un robinet à poignée *c'*. Cette douille qui, par ce moyen, est toujours remplie de vapeur, a pour but d'empêcher l'air extérieur, nuisible, comme on sait, à la condensation, de pénétrer dans le cylindre, s'il arrivait que, les étoupes étant usées, il y eût du jour entre elles et la tige du piston. La vapeur qui séjourne dans l'anneau en bronze indiquerait, en s'échappant, le besoin de renouveler l'étoupe, et d'ailleurs, sans que l'étoupe soit usée, il peut arriver des fuites accidentelles qui sont neutralisées par cette vapeur, dont la tension est toujours au-dessus d'une atmosphère.

Comme tous les pistons des machines à basse pression, celui N, qu'on a représenté sur les fig. 2 et 3, et en détail fig. 19, pl. 40, se compose d'un corps principal en fonte *d'* recouvert d'un anneau ou couvercle *e'*, avec lequel il est boulonné ; c'est entre les saillies de ces deux pièces que se loge l'étoupe destinée à intercepter les fuites de vapeur. On a encastré sur tout le contour de la pièce *e'* un cercle d'acier *f'*, constamment pressé par des ressorts intérieurs de façon à obtenir une garniture mixte beaucoup plus durable que les étoupes seules. A notre avis, une seule garniture métallique de toute la hauteur du piston eût été suffisante, mais la garniture

(1) Voici comment s'exprime M. Combes, au sujet de l'enveloppe à circulation de vapeur, dans son rapport de l'*Exploitation des mines du Cornwall et du Devon* : « Il est certain que la vapeur qui environne le cylindre travaillant prévient la liquéfaction d'une partie de la vapeur motrice, qui sans cela aurait lieu lors de la détente. Or, on conçoit que cette condensation de la vapeur aurait, entre autres inconvénients, celui de couvrir le piston d'une couche liquide, dont la température serait un peu inférieure à celle de la vapeur fournie par la chaudière. Une partie de celle-ci serait donc condensée en pénétrant dans le cylindre. L'enveloppe épaisse de sciure de bois, mise autour de la chemise en fonte, prévient d'ailleurs le refroidissement de la couche de vapeur, destinée à maintenir l'uniformité de la température. »

végétale est un préjugé dont on subit encore l'influence dans la plupart des mines anglaises.

DU BALANCIER ET DU PARALLÉLOGRAMME. – Le balancier des machines d'épuisement se compose de deux flasques parallèles en fonte L, ornées de moulures et de nervures qui lui donnent la rigidité et la force nécessaires. Ces deux parties sont reliées ou traversées par les axes des diverses tiges ou pompes, de manière à servir à la fois, indépendamment des boulons q^2 rivés *ad hoc*, de tirants d'écartement et de centre de suspension; on sait que dans les balanciers d'un seul morceau les diverses tiges sont assemblées à fourchettes ou assujéties en porte-à-faux d'un côté ou de l'autre de ces balanciers.

A l'extrémité du grand bras est rapporté le parallélogramme composé, comme habituellement, des quatre tirants g' et h', et des deux traverses i', placées en dehors de ceux-ci. Des guides fixes k', ayant leur centre de mouvement sur la console m', dépendante de la traverse T et solidaires avec les tourillons n', maintiennent la verticalité de la tige du piston. Cette tige s'ajuste avec le parallélogramme au moyen d'une pièce particulière o' (fig. 25, pl. 38), formant un assemblage très-ingénieux dû au célèbre ingénieur Woolf.

Pour fixer la tige du piston avec cette pièce o', on perce dans celle-ci un trou du diamètre de la tige et ayant pour hauteur, environ la moitié de la hauteur de la douille : il est pratiqué de bas en haut; on perce de même à l'extrémité opposée et de haut en bas un second trou semblable au précédent, mais plus large, de manière à laisser une saillie de 15 m/m. A partir de cette saillie, la tige est diminuée en q^2, comme si l'on voulait y faire un collet; lorsqu'on l'introduit dans la pièce o' et alors qu'elle dépasse par dessus, on ajuste dans ce collet une bague en deux parties r^2, qui a pour diamètre intérieur le diamètre du collet, et pour diamètre extérieur celui du plus grand trou pratiqué dans la pièce. On redescend alors la tige l, qui s'arrête lorsque la bague vient toucher la saillie produite par la différence des deux percements.

Il est facile de comprendre maintenant l'utilité d'un semblable ajustement pour les machines à simple effet et à tiges foulantes, car lorsque le piston descend, la vapeur en appuyant sur la surface, force la bague d'acier à s'appliquer sur la saillie, et lorsqu'il remonte, entraîné par le poids de la maîtresse-tige, son poids et la résistance qu'il éprouve forcent encore la bague d'acier à s'appliquer sur la saillie. Cette disposition présente en outre l'avantage qu'au cas où la traverse m, qui empêche le piston de frapper le fond du cylindre, viendrait à manquer par une cause quelconque, le piston viendrait frapper le fond du cylindre avec une force due à son inertie et non avec une force due à la somme de son inertie et à celle du balancier, ce qui arriverait inévitablement si la tige l était invariablement fixée au parallélogramme.

CATARACTE.

La cataracte employée avec les premières machines atmosphériques était, comme c'est encore aujourd'hui, un mécanisme distinct destiné à régler, suivant les besoins, le nombre de coups de piston, dans un temps donné.

Voici comment on l'établissait dans le principe : L'appareil consistait simplement en un petit robinet q' (fig. 14, pl. 40), par le moyen duquel l'eau d'une gouttière pouvait se déverser dans un vase r', placé dans la boîte U, et disposé de manière à tourner autour d'un centre s^4, en même temps que le levier t', avec lequel il est solidaire. Le levier t' faisait remonter le vase r', lorsque ce dernier était vide, et était au contraire entraîné dans la position qu'indiquent les lignes ponctuées, lorsque ce vase était plein. Dans ce second cas, le levier soulevait le loquet u' au moyen de la chaîne x'; le vase r' se vidait alors et reprenait ensuite sa première position sous l'action du levier t'. L'eau s'écoulait dans la boîte U, garnie de plomb, après qu'elle avait servi à soulever le loquet, et celui-ci, quand il était soulevé, laissait tomber un poids qui ouvrait la soupape d'injection et faisait donner un coup de piston à la machine.

Construction et fonction de la cataracte.— La cataracte qui fait partie de la machine que nous décrivons est représentée suivant deux coupes verticales perpendiculaires l'une à l'autre sur les fig. 15 et 16. Elle se compose d'un petit corps de pompe V, placé dans une bâche X, remplie d'eau. Dans ce corps joue un piston plongeur Z, analogue de forme et d'ajustement avec ceux des locomotives et dont la tige y', à fourchette des deux bouts, se lie à un levier horizontal Y, mobile autour du point z', dépendant du support c^1, boulonné à la bâche et guidé par la fourche c^2, fixée de la même manière. Au même levier sont fixés, d'une part, un contrepoids d^2, que l'on peut rapprocher ou éloigner de son axe, et de l'autre la tringle verticale dont le mécanisme opère l'enrayage et par suite le mouvement de la soupape d'admission. La partie extrême du levier Y est attaquée de haut en bas par le taquet d^3, dépendant de la tringle B', et qu'on peut placer à différentes hauteurs suivant les besoins. Ce levier marche indépendamment du second Y', qui lui est parallèle et dont le but est d'ouvrir plus ou moins le robinet e^2, formant le prolongement de la tige e^3. Ce résultat est obtenu au moyen de la manivelle f^2 (fig. 7), reposant sur le support fixe g^2, dans lequel est engagée la tringle f^3 : cette dernière communique avec l'extrémité du levier Y'. Examinons comment de l'ouverture de ce robinet dépend la vitesse de la machine et par suite la quantité d'eau à élever.

Lorsque le piston à vapeur arrive à l'extrémité de sa course, le taquet d^3 rencontre le levier de la pompe V et le fait baisser; par ce mouvement le piston s'élève et aspire dans son ascension une certaine quantité de l'eau

de la bâche, qui s'introduit par la soupape g^3. Dès que la tringle B′ remonte, le levier Y, rendu libre, remonte par l'action de la masse ou contre-poids d^2, par suite le piston descend et exerce sur l'eau qui s'est introduite dans le corps de pompe une certaine pression. Cette eau ne pouvant plus traverser la soupape d'introduction g^3, sort par une ouverture conique, placée au-dessus de cette dernière et fermée plus ou moins par le bouchon e^2. Or, à mesure que le piston descend il soulève la tige verticale A′, qui, dans son mouvement ascensionnel, soulève les leviers nécessaires à l'admission de la vapeur dans le cylindre, qui, introduite sur le piston, commence alors à le faire descendre. Quelques secondes auparavant, la cataracte, en soulevant d'autres leviers, avait ouvert la soupape d'exhaustion, et par conséquent occasionné la condensation de la vapeur qui remplissait le cylindre et qui avait servi au précédent coup de piston.

On voit d'après cela que si l'on veut que les coups de piston de la machine se succèdent sans intervalle de repos, il faudra régler l'ouverture du bouchon e^2, ou ce qui revient au même l'écoulement de l'eau qui s'échappe autour de lui, de façon que la tige verticale A′, qui monte alors plus ou moins vite, ouvre l'admission, immédiatement après que le piston est remonté au haut de sa course. Si, au contraire, on n'a besoin que d'un petit nombre de coups de piston dans un temps donné, on fermera davantage ce robinet de la cataracte, et les intervalles de temps qui séparent deux coups de piston consécutifs seront ainsi réglés à volonté.

Les diverses modifications et perfectionnements qui constituent la cataracte que nous venons de décrire, ont été imaginées par Woolf, alors qu'il s'occupait des améliorations des machines à vapeur en général et en particulier de celles du Cornouailles. Il n'est pas à notre connaissance qu'on ait tenté depuis d'autres moyens pour obtenir le même résultat.

POMPES ET CONDENSATION.

Les diverses pompes de la machine, c'est-à-dire celles qui sont nécessaires à l'entretien du vide pour la condensation et à l'alimentation des chaudières, sont, ainsi que les pompes d'épuisement, commandées par le balancier de la machine. Occupons-nous d'abord de celles qui sont nécessaires au mouvement même de l'appareil, puis nous examinerons quel parti on a tiré de ce mouvement en l'appliquant à l'épuisement des eaux.

Pompe a air et condenseur.— Lorsque la soupape d'exhaustion s'ouvre elle laisse passer la vapeur qui existe sous le piston de la machine, d'où elle se rend au condenseur par les tuyaux de conduite C′. Ce condenseur n'est autre chose, comme on sait, qu'une capacité cylindrique D′ (Voir la coupe verticale, fig. 17, pl. 40), renfermée dans une bâche métallique E′, tenue constamment remplie d'eau jusqu'à une certaine partie de sa hauteur, afin de pouvoir en fournir la quantité nécessaire à la condensation de la vapeur qui s'y précipite. L'arrivée d'eau se fait par une soupape h^2 et par un

robinet i^2 (fig. 1re, 17 et 20) dont on règle l'ouverture à volonté par la tige à levier k^2; cette ouverture ne laisse passer que l'eau nécessaire à l'injection et déterminée par le nombre de coups de piston; mais, contrairement à ce qui a lieu dans les machines à double effet, l'arrivée n'est pas constante. On règle l'ouverture de la soupape h^2 par laquelle elle s'effectue de manière à ce qu'elle suive les mouvements de la soupape d'exhaustion ou d'épuisement. Cette manœuvre a lieu par une suite de tringles et de leviers h^3, dont le premier i^3 est lié directement avec la tringle de commande de la soupape D, et le troisième j^3 établi avec une coulisse permettant le libre jeu du tout.

L'objet de la pompe à air est d'enlever l'eau de condensation, et avec elle l'air et les autres gaz qu'elle renferme. Le corps E^2 de cette pompe est en fonte alesé intérieurement à 0m 500 de diamètre; sa partie inférieure est en communication avec le condenseur par un large conduit en fonte F', et sa partie supérieure déverse l'eau élevée par le piston dans une cuvette G'. A la partie inférieure est aussi ménagé un clapet rectangulaire k^3 qui s'ouvre à chaque course et qui laisse écouler l'eau chaude du condenseur.

Le piston H' de la pompe à air se compose, comme le piston à vapeur, d'un corps principal m^2 couronné par un couvercle ou anneau m^3, servant à serrer les étoupes, et par un clapet circulaire en bronze n^2, limité dans sa course par l'arrêt rapporté o^2. La tige s^2 de ce piston dont la tringle d'assemblage avec le balancier n'est pas à parallélogramme, est guidée par un croisillon J', munie d'une boîte à étoupes r^3 et d'une rotule ou articulation p^2, qui permet d'obvier au défaut de verticalité.

Pompe alimentaire. — La pompe alimentaire de la machine d'épuisement ne présente comme construction et comme jeu aucune différence avec celles que nous avons publiées dans les divers volumes de ce Recueil et qu'on établit avec les machines à vapeur à condensation ; toutefois, son placement sur le condenseur même présente l'avantage d'un ajustement facile et d'une prise d'eau très-simple. La fig. 1re (pl. 38) fait bien voir le tuyau d'aspiration n^3, adapté à la cuvette de la pompe à air où elle puise l'eau déjà échauffée, qui se rend dans le corps de pompe en soulevant une première soupape et d'où elle est refoulée par la descente du piston, lié à la tige o^3 à un second conduit et à une suite de tuyaux qui la conduisent aux chaudières. Elle est munie, en outre, d'une soupape à contre-poids, dont le but est de laisser échapper une certaine quantité d'eau dans le cas où l'on ne voudrait envoyer qu'une partie moins grande que celle aspirée par le piston. Dans les machines à haute pression, on débraye habituellement la tige de la pompe alimentaire, lorsque l'on a la quantité d'eau suffisante à l'alimentation des chaudières. Dans beaucoup de cas on pourrait donc appliquer, avec avantage, cette soupape à contre-poids, qui dispense de toute attention.

Pompes d'épuisement et maitresse-tige. — Nous avons dit que les pompes d'épuisement étaient de simples pompes foulantes. Leurs pistons

sont formés d'un manchon ou cylindre creux en bronze, ayant une hauteur un peu plus grande que la levée de la maîtresse-tige. On remplit l'intérieur du cylindre avec une pièce de bois solidement fixée au moyen de coins en bois ou en fer, et le tout est adapté par des frettes à la maîtresse-tige, en ayant soin, soit d'enfermer cette tige dans un guide qui lui maintient la direction verticale, soit en interposant entre la tige du piston et la maîtresse-tige un nombre suffisant de pièces de bois pour produire le même effet.

L'eau est d'abord élevée dans un réservoir à 6 ou 7 mètres du fond du puits, par une pompe aspirante; de ce réservoir l'eau est refoulée dans un réservoir supérieur au moyen d'une pompe aspirante et refoulante, puis aspirée de la même manière par une troisième pompe, et ainsi de suite selon la profondeur du puits, jusqu'au sol. Là, elle s'écoule en pure perte dans des rigoles, après avoir servi à l'alimentation de la bâche du condenseur. M. Delnest, de Mons, a eu l'idée d'utiliser ce filet d'eau, et à cet effet a disposé dans ces contrées et près d'un puits d'extraction une minoterie de quatre paires de meules, commandée par la superposition de deux roues à augets très-étroites, mais qui au moyen d'une chute de 17^{m} 50 rendent encore la force nécessaire. La commande est prise entre les deux roues, de sorte que l'usine n'est pas trop ensevelie dans les terres.

La maîtresse-tige O qui se fixe à l'extrémité du balancier du côté de sa plus petite course, est formée de deux pièces de bois juxtaposées et reliées par des bandes en fer s^3 et par de fortes frettes p^3. La longueur de ces pièces, qui sont en bois de sapin, parfaitement droites et sans nœuds ni défauts, choisies ordinairement parmi celles que l'on apporte du Nord, est de 16 à 20 mètres; elles sont réunies bout à bout et entaillées à mi-bois, suivant une hauteur de 60 centimètres environ. Dans ces parties, elles reçoivent à l'extérieur de longues barres de fer appliquées sur leur face la plus petite et liées entre elles par des boulons à vis et écrous qui traversent le bois. Vers la partie inférieure, les portions de la tige ne sont plus formées que d'une seule pièce de bois à section sensiblement plus petite que celle de l'extrémité supérieure. La longueur totale de ces tiges varie évidemment dans de très-larges limites, mais il n'est pas rare d'en voir qui ont jusqu'à vingt et trente assemblages, c'est-à-dire de 300 à 450 mètres.

Tout cet attirail est donc d'un poids immense, et bien que l'eau soit foulée par les pistons lorsque la maîtresse-tige descend, il est encore nécessaire de l'équilibrer en partie par des contre-poids, sans quoi elle descendrait avec une trop grande vitesse, ce qui occasionnerait des ruptures dans les parties des pompes ou de la machine. D'ailleurs, la pression de la vapeur sur le piston de celle-ci étant uniquement employée à soulever le poids de l'attirail des tiges qui foule l'eau en retombant, il est évident qu'il y aura économie de force motrice en ne laissant aux tiges que le poids strictement nécessaire pour produire le refoulement de l'eau. Mais à mesure que l'on diminuera le poids des tiges, le refoulement aura lieu avec plus de lenteur

et l'on augmentera la durée de la descente du piston de la machine. Il y aura donc une limite qui dépendra de la vitesse avec laquelle la machine doit travailler pour épuiser toutes les eaux affluentes dans les travaux souterrains. Ainsi, quand on n'aura besoin que d'un petit nombre de coups de piston par minute pour épuiser toutes les eaux affluentes, on ne laissera à la maîtresse-tige qu'un faible excès de poids sur celui des colonnes d'eau que doivent soulever les pistons. La maîtresse-tige descendra alors avec beaucoup de lenteur. Si l'affluence d'eau exige, au contraire, un plus grand nombre de coups de piston, on laissera plus de poids à la maîtresse-tige, en diminuant les contre-poids; la descente sera plus rapide; l'eau prendra dans les tuyaux ascensionnels une vitesse plus considérable; mais aussi chaque coup de piston exigera plus de vapeur motrice (1).

Nous avons dit que l'équilibre de la maîtresse-tige était maintenu au moyen de balanciers à contre-poids (*balance or lever bob*); ces balanciers sont placés à la surface du sol et à différents niveaux au-dessous de la galerie d'écoulement dans la profondeur du puits. Ces derniers sont contenus dans de larges excavations creusées dans le roc solide; leur pose occasionne une dépense assez considérable, mais en les plaçant ainsi dans la profondeur, on a l'avantage de décharger les portions supérieures de la maîtresse-tige du poids des parties inférieures.

JEU ET AVANTAGES DE LA MACHINE.

Pour compléter notre description, il nous reste à examiner l'important mécanisme de la distribution, auquel nous avons consacré toute la pl. 39. On verra avec quelle précision doivent s'opérer toutes les commandes et l'ingénieuse combinaison qui relie tous les mouvements.

Jeu de la machine. — Tout le mécanisme qui opère l'ouverture ou la fermeture des soupapes de vapeur, d'équilibre ou de condensation, ainsi que le mouvement de la détente et de la cataracte, se trouve réuni entre deux supports particuliers L', portant les trois arbres de commande principaux P', P^2, P^3, desquels partent tous les mouvements. Ces supports sont reliés au premier plancher K' ou sol de la machine, par deux colonnettes t^2, s'y boulonnant, et par deux autres colonnettes t^3, au second plancher K^2, disposé pour pouvoir aborder la partie supérieure du cylindre à vapeur.

Les premiers organes du mouvement sont les deux longues tringles en fer B' et B^2, fixées au balancier et munies sur diverses parties de leur hauteur de taquets ou manchons qui transmettent le mouvement aux différents leviers. Ces tringles sont guidées par des boîtes à chapeau x^2, fondues avec la traverse à moulures R', qui se boulonne aux poutrelles K^2.

Le jeu de la machine se divise naturellement en trois périodes que nous considérerons chacune séparément.

(1) *Annales des mines*, Rapport de M. Combes. Tome v, 3e série, page 613.

1re *Période.* — MOMENT DE LA DESCENTE DU PISTON.
2e *Période.* — MOMENT ASCENSIONNEL DE CELUI-CI.
3e *Période.* — INTERVALLE QUI SÉPARE LA FIN DU MOUVEMENT ASCENSIONNEL DU PISTON DE SON MOUVEMENT DE DESCENTE.

1re PÉRIODE.—La soupape régulatrice est constamment ouverte et réglée à la main, comme nous l'avons dit, par la manivelle J. Cette manivelle est montée à l'extrémité d'un axe vertical M′ fileté dans sa partie supérieure pour s'assembler avec la chape à écrou N′, dépendante du levier Q′, qui, fixé en un point v^3, sert à la manœuvre de la tige *a′* de la première soupape. Cet ajustement est le même pour toutes les soupapes renfermées dans la boîte de distribution F, il offre l'avantage de pouvoir se régler à volonté, soit au montage lors de l'établissement de la machine, soit par l'usure, le tassement ou toute autre cause particulière. Chaque tige des soupapes est guidée par les renflements d'une tige horizontale u^3, maintenue par les traverses *v′*, de manière à former avec les colonnes v^2 et l'arbre v^3, qui sert de centre d'oscillation, un assemblage gracieux et solide.

Les soupapes d'admission, d'équilibre et d'exhaustion sont fermées, et dans la position du piston représentée fig. 3, qui correspond à la période que nous considérons; la vapeur qui a servi à la course précédente se trouve en dessous de celui-ci. Par un mécanisme que nous décrirons plus loin, et qui trouve son application plus immédiate avec la troisième période de mouvement, la soupape d'exhaustion s'ouvre, la vapeur contenue sous le piston se précipite au condenseur par l'orifice rectangulaire T′, la boîte E et le tuyau C′, et par le vide qui en résulte prépare le piston pour sa descente. Les choses sont dans cet état, fig. 3, et l'on concevra facilement l'effet produit par l'examen de cette figure et par celui de la fig. 7, qui en est la projection exacte.

Un instant après que la soupape d'exhaustion s'est ouverte, la soupape d'admission B s'élève et livre passage à la vapeur, qui entre alors sur le piston et le fait descendre. Pendant ce temps, la soupape d'équilibre C reste toujours fermée. Lorsque le piston est arrivé au 1/4, 1/5, 1/8, 1/10 de sa course, suivant le degré de détente que l'on veut obtenir, le taquet double x^3, fixé sur la longue tringle B^2, liée au balancier et descendant par conséquent avec lui, le taquet x^3, disons-nous, frappe la double came U′, montée sur l'arbre P′, fait tourner celui-ci d'une certaine quantité angulaire et agit ainsi sur la soupape d'admission par l'intermédiaire du levier V′, monté sur le même arbre P′, et de la tringle M^2, qui la font fermer brusquement. La vapeur, n'entrant plus, fait accomplir le restant de la course du piston, en se détendant; on peut remarquer avec quelle facilité cette détente peut se régler, car il suffit de changer la position du taquet x^3, qui peut occuper diverses positions sur la tige B^2. Ce changement s'effectue à l'aide de la longue vis à poignée a^4, mobile dans les deux crapaudines b^4, et qu'il suffit de faire tourner dans un sens ou dans l'autre, pour faire mon-

ter ou descendre le taquet, sollicité par les deux écrous fixes y^2. (Sur le dessin, le taquet x^3 est réglé pour détendre au 1/8 de la course, c'est-à-dire pour agir par expansion pendant les 7/8 restants.)

Quand le piston arrive à la fin de sa course, un taquet c^4, dépendant de la tringle B′, qui a suivi le mouvement de descente du balancier, frappe sur le levier U^3, et produit à la fois trois opérations :

1° Il ferme la soupape d'exhaustion.
2° Il ferme la soupape d'introduction de l'eau dans le condenseur.
3° Il ouvre la soupape d'équilibre.

Voici comment : Le levier U^3, frappé par le taquet c^4, fait tourner l'arbre inférieur P^3, sur lequel il est fixé, mais en même temps aussi le levier X^2, solidaire avec ce même arbre, de sorte que la soupape d'exhaustion qui était maintenue ouverte par cette came ou ce levier X^2, se ferme par son propre poids. Il est important d'observer que la tige *a* de cette soupape n'est pas liée avec la came X^2, mais avec un levier à fourchette Y^2, mobile autour de la colonne G, et n'agissant qu'en vertu de son poids et du contact qui existe entre sa surface et celle du levier X^2.

Par le même mouvement de l'arbre P^3, le levier C^4, fixe également sur une partie de sa longueur, élève le poids d^4, de manière à le préparer à ouvrir en temps convenable la soupape d'exhaustion. Le mouvement de la tige y^3 de ce contre-poids a été communiqué à la soupape d'injection au moyen des leviers que nous avons déjà examinés et qui produisent la fermeture ou l'ouverture mutuelle de l'injection et de la condensation.

Enfin, la troisième opération du taquet c^4, est d'ouvrir la soupape d'équilibre. Nous remarquerons à cet effet que la tige y^3 porte deux taquets z^2 et z^3, dont le plus bas, z^3, soulève, quand la tige s'élève, le levier a^5 et avec lui la tige à contre-poids e^4, et par suite le bout du levier à poignée f^4 (fig. 5 et 7). On voit par cette figure que le levier f^4 est retenu par une came ou secteur en fonte g^4, engagé dans une entaille pratiquée sur ce dernier et fixe avec l'arbre P^2, qui par ce moyen ne peut tourner. Or, la soupape d'équilibre est en communication avec l'arbre P^2, par le levier C^4 et la tige y^3, et ne peut s'ouvrir que quand le levier f^4 laisse échapper, par son soulèvement, le secteur g^4, qui fait tourner l'arbre P^2 et soulève la tringle M^3 par l'intermédiaire du levier X^3 de la tige à contre-poids d^5 et du levier C^3, réunissant le mouvement des deux tringles verticales M^3 et M^4. On voit par la disposition de ces deux leviers que les deux soupapes d'exhaustion et d'équilibre sont aussi dépendantes l'une de l'autre, c'est-à-dire que l'une ne peut être fermée sans que l'autre soit ouverte, et réciproquement.

En résumé, quand la soupape d'équilibre est ouverte, les soupapes d'admission et d'exhaustion sont fermées, c'est-à-dire qu'il ne peut entrer ni sortir de vapeur du cylindre ; cependant celle qui était au-dessus du piston passe par la colonne G, au-dessous de celui-ci, et le presse également de toutes parts.

Ici se termine la première période d'action de la machine; néanmoins, il est nécessaire d'y revenir pour examiner le rôle que joue la cataracte dans les divers mouvements que nous avons observés. Ainsi, au moment où le piston est près d'arriver au bas de la course, la tige B', descendant ainsi que l'indique la flèche (fig. 3), frappe de son taquet d^3, le levier Y de la cataracte et fait monter son piston ; l'ouverture de l'échappement de l'eau étant réglée convenablement, celui-ci descend avec une vitesse relative à l'ouverture de sortie et fait élever peu d'instants avant le commencement d'une autre course, la soupape d'exhaustion qui laisse échapper la vapeur au condenseur. Ce mouvement s'effectue de la manière suivante : la tige A' et le levier Y s'élèvent lorsque le piston de la cataracte descend, et comme la partie supérieure de cette tige A' forme bride ou fourchette D^2 embrassant à la fois les trois leviers d'enrayage f^4, f^5, f^6, dont le premier, f^4, est manœuvré par la tige à contre-poids, comme nous l'avons vu plus haut, et les deux autres par des galets h^5 et h^6, il résulte que l'élévation de cette tige désenraye chacun des secteurs-contre-poids g^5 et g^6 en faisant basculer leurs cames de soutien p^5 p^6, et permet aux arbres P' et P^2 d'effectuer leur rotation dans des intervalles de temps variables.

2ᵉ Période. — Le poids de la maîtresse-tige et de ses accessoires élevés par le piston dans sa course descendante, le force naturellement à remonter d'autant plus facilement qu'il n'éprouve aucune résistance de la part de la vapeur, la soupape d'équilibre seule restant ouverte. Un peu avant la fin de la course ascensionnelle du piston, un taquet i^4, dépendant de la tige B', lève un levier U^2 (fig. 4), fixé à l'arbre P^2, et ferme ainsi la soupape d'équilibre par son assemblage de tiges et de leviers. Toute la vapeur qui était au-dessus du piston est donc passée dessous, sauf la petite portion résultant de la fermeture de la soupape un peu avant la fin de la course. Ce restant de vapeur est d'autant plus utile qu'il empêche, par sa compression, le piston de frapper contre le couvercle supérieur du cylindre en réservant entre ces deux parties une sorte de matelas élastique.

3ᵉ Période. — Lorsque la soupape d'équilibre était fermée, le bout du levier f^6 touchait par son cameron le secteur g^6, fixé à l'arbre P^3, et le tenait immobile ; mais par l'élévation de la tige A', de son galet h^6 et par suite de son levier f^6, le secteur est mis en liberté, et le poids d^4 entraîne l'arbre P^2. La soupape d'exhaustion est alors complétement ouverte, ainsi que la soupape d'injection qui laisse arriver l'eau nécessaire à la condensation ; le vide se forme de nouveau sous le piston et une nouvelle course peut recommencer.

Quelques instants après, le galet h^5 atteint le levier f^5, dégage le secteur g^5, et l'arbre P', sollicité de nouveau par la tige à contre-poids j^4, tourne et ouvre la soupape d'admission. Le mouvement revient alors à ce que nous avons décrit, et la vapeur arrivant sur le piston fait recommencer une nouvelle course.

Avantages des machines du Cornwall. — Il résulte des relevés four-

nis à M. Combes que les machines inscrites dans ces relevés consomment 1k 6255, et les meilleures machines seulement 0k 9 de houille par force de cheval et par heure, tandis que les meilleures machines à moyenne pression et à détente, employées sur le continent et même en Angleterre, consomment encore 2 à 3 kilog. de houille par force de cheval et par heure.

Cette économie ne doit pas être seulement attribuée aux grandes dimensions des machines, à leur excellent état d'entretien et aux précautions prises pour éviter les déperditions de chaleur en entourant les cylindres de corps mauvais conducteurs. Il est évident qu'elle est due aussi en grande partie au système de soupapes usité, et à la manière d'en régler le jeu. Les soupapes ouvertes brusquement par des contre-poids laissent à la vapeur un passage très-large ; la soupape d'exhaustion et les tuyaux qui établissent la communication avec le condenseur ont particulièrement des dimensions considérables ; comme d'ailleurs la cataracte ouvre cette soupape d'exhaustion avant la soupape d'admission, il en résulte que la tension dans l'intérieur du cylindre, sous le piston, doit être très-sensiblement la même que dans le condenseur, au moment où la vapeur motrice est admise. Cet effet n'a pas lieu dans les machines ordinaires, et des expériences directes faites en Écosse, en appliquant un dynamomètre à ressort sur le fond de la partie du cylindre communiquant avec le condenseur, ont prouvé que la tension s'y maintenait de beaucoup supérieure à celle du condenseur, lorsque la communication était établie par des soupapes ou des tuyaux étroits.

La facilité avec laquelle l'ingénieur règle la détente, par le déplacement des longs taquets fixés à la tige B^2, permet de proportionner exactement la dépense de vapeur aux résistances à vaincre. Aussi on remarque qu'il n'y a jamais, à la fin de la course des pistons, ces chocs et ébranlements qui sont très-sensibles dans les machines ordinaires à simple ou à double effet, employées à mouvoir des pompes. Nous devons aussi remarquer que le soin de l'entretien des machines n'est jamais abandonné à un simple ouvrier, comme cela a lieu dans nos mines de France. L'*engineer* chargé des machines du Cornwall est un véritable constructeur de machines. Le chauffeur n'agit que sur la soupape régulatrice et ne règle jamais ni la position des tasseaux, ni les contre-poids de la maîtresse-tige, ni le jeu de la cataracte.

On remarquera que l'on a conservé, en Cornwall, le cylindre-enveloppe destiné à contenir une couche de vapeur qui entretient la température de la vapeur motrice pendant la détente. Cette pratique est regardée comme utile par les constructeurs de la contrée, et il a été reconnu que l'addition de ces cylindres-enveloppes avait contribué à augmenter le *duty* (travail utile) de plusieurs millions de livres avoir du poids.

Quant aux pompes elles-mêmes, nous n'avons presque rien à ajouter aux détails que nous avons donnés. Il suffira de faire observer que les plus grands soins sont apportés à la pose de toutes les parties, qu'on ne redoute

aucune dépense propre à la rendre plus parfaite, et qu'enfin le système des pompes adopté est le plus propre à diminuer les frottements de l'eau dans les tuyaux ascensionnels. Sous ce rapport, les pompes élévatoires à piston creux ne peuvent soutenir la comparaison. L'entretien de ces dernières est aussi beaucoup plus dispendieux, et les fuites d'eau y sont plus fréquentes que dans les pompes foulantes du Cornwall.

Nous avons représenté sur la fig. 19, pl. 40, la coupe verticale d'une soupape hydraulique perfectionnée, d'après celles à vapeur du Cornouailles, par MM. Harvey et West. Elle se compose d'un siége en bronze m^4, sur lequel et autour duquel se meut la partie mobile n^4 également en bronze. Les anneaux n^5 dépendants de cette partie, sont dressés avec soin, et s'appliquent exactement, quand la soupape est fermée, sur le siége en bois m^5. Un disque o^5 boulonné sur le cylindre de la partie fixe, sert à limiter l'excursion de la soupape dans le sens vertical.

Cette disposition permet, comme dans les machines à vapeur, de rendre aussi faible que l'on veut la force dépensée pour soulever les soupapes.

TRAVAIL DE LA MACHINE. — RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES.

La machine d'épuisement (système de Cornouailles) que nous venons de décrire, a été établie pour élever d'une profondeur de 333 mètres, 400 mètres cubes d'eau, en vingt-quatre heures. On s'est arrangé pour lui donner une force capable de remplir un travail beaucoup plus grand, ce qui a permis d'employer la détente dans une très-grande partie de la course.

Voici les dimensions principales servant de base à tous les calculs :

Diamètre du cylindre.	= 1m 10.
Course du piston.	= 2m.
Surface du piston.	= 0m.q. 95 03.
Nombre de coups simples par minute. . .	variable.
Pression de la vapeur dans la chaudière. .	5 atmosphères.

Au moyen de ces données et des indications que nous avons publiées avec la 1re livraison du IIe volume, on peut reconnaître que la force disponible est supérieure au travail à produire, c'est-à-dire, à la quantité d'eau à élever. Mais comme cette quantité est variable (1), ainsi que nous l'avons

(1) La cataracte, avons-nous dit, sert à régler l'intervalle de deux coups de piston consécutifs dont la vitesse peut être aussi réglée par le contre-poids; en faisant glisser le long de la tige de distribution les tasseaux qui règlent la détente, le mécanicien peut encore augmenter ou diminuer la partie de la course du piston pendant laquelle la vapeur est admise en plein. Il peut encore, sans changer la fraction de la course, après laquelle la soupape d'admission est fermée, augmenter ou diminuer la dépense de vapeur en ouvrant plus ou moins la soupape régulatrice, ce qui s'exécute facilement par la tige à manivelle. C'est toujours à l'aide de cette soupape que le mécanicien règle le mouvement de la machine. Il doit être surtout très-attentif à ne pas admettre trop de vapeur, car il est arrivé plusieurs fois que le piston conservant encore une vitesse considérable à la fin de sa course descendante, a brisé par un choc violent le fond du cylindre.

vu, il est bien plus rationnel d'établir les bases du travail d'après la quantité de charbon brûlé. A ce sujet, nous donnons ci-après quelques tables qui résument les observations faites sur plusieurs machines du Cornouailles et la comparaison de leur effet avec les machines ordinaires de Watt et Boulton.

Observation. — Beaucoup d'observations, dit M. Wicksteed, ont été faites pendant ces dernières années sur les locutions *horse power*, force en chevaux, et *duty*, travail produit. La première de ces expressions est employée généralement, par les constructeurs de machines, pour décrire les dimensions de leurs appareils. Ainsi, lorsqu'un constructeur établit une machine, il en déduit la force ou le pouvoir exprimé en chevaux-vapeur, suivant le diamètre du cylindre, et suivant aussi certaines conditions de vitesse et de détente.

Il n'en est pas de même du mécanicien de Cornouailles qui évaluera la force de sa machine en disant : cette machine est supérieure à une autre parce qu'elle fait plus de travail (*duty*), ce qui revient à dire qu'elle produit plus d'effet, avec une même consommation de combustible.

Nous ne pensons pas que ces deux termes aient besoin d'autres explications ; nous les résumerons ainsi :

Force en chevaux (*Horse power*) : force d'une machine déduite de ses dimensions et estimée en kilogrammètres.

Travail (*Duty*) : évaluation ou effet utile d'une machine d'après sa consommation de combustible.

La table suivante donne les dimensions principales de différentes machines établies dans plusieurs mines du Cornouailles et les observations faites par un ingénieur anglais, M. John Emys.

Elles peuvent servir de guide et de modèle dans l'établissement de machines semblables; leur effet utile constaté par l'expérience s'est toujours tenu entre 87 et 96 pour 0/0 de l'effet théorique.

TABLE DES OBSERVATIONS FAITES SUR DIX MACHI[NES]

DIMENSIONS DES MACHINES ET DES CHAUDIÈRES. TEMPÉRATURES OBSERVÉES.	MINES UNIES. — Machines de			
	CARDOZO. (1)	ELDON. (2)	LOAM. (3)	HOCKIN[G].
Diamètre du cylindre	2^{m} 286	0^{m} 762	2^{m} 158	2^{m} 1[illegible]
Course du piston	2^{m} 743	2^{m} 743	3^{m} 047	3^{m} 0[illegible]
Diamètre de la soupape à vapeur	0^{m} 254	0^{m} 127	0^{m} 254	0^{m} 30[illegible]
Id. de la soupape d'équilibre	0^{m} 330	0^{m} 178	0^{m} 406	0^{m} 4[illegible]
Id. *id.* d'exhaustion	0^{m} 381	0^{m} 254	0^{m} 482	0^{m} 4[illegible]
Nombre de chaudières	3	1	3	3
Longueur des chaudières	11 mètres.	11 mètres.	1 de 9^{m} 753 2 de 11^{m} 582	13^{m} 411
Diamètre des chaudières	1^{m} 915	1^{m} 981	1^{m} 981	1^{m} 9[illegible]
Id. des bouilleurs	1^{m} 143	1^{m} 219	1^{m} 219	1^{m} 219
Longueur des grilles	1^{m} 219	1^{m} 219	1^{m} 219	1^{m} 219
Surface totale des grilles	14^{m} 630	4^{m} 876	14^{m} 630	14^{m} 6[illegible]
Surface de chauffe	821^{m} 116	286^{m} 811	899^{m} 753	1051^{m} [illegible]
Capacité pour l'eau	46$^{m.c.}$ 695	16$^{m.c.}$ 386	48$^{m.c.}$ 280	59$^{m.c.}$ [illegible]
Id. pour la vapeur	12$^{m.c.}$ 444	5$^{m.c.}$ 037	14$^{m.c.}$ 942	18$^{m.c.}$ [illegible]
Air libre	12° 78	13° 34	10° 56	12° 78
Chambre de la machine	» »	12° 78	17° 23	18° [illegible]
Cendres sur la chaudière	31° 11	37° 23	26° 12	27° 78
Couvercle du cylindre	34° 45	36° 67	32° 22	28° [illegible]
Milieu de l'enveloppe du cylindre (8)	B** 26° 12	B* 15° 56	B* 19° 45	B* 20° [illegible]
Enveloppe de la conduite de vapeur	60° 00	36° 11	26° 67	27° 78
Condenseur	15° 56	16° 11	17° 23	15° 56
Bâche	40° 00	34° 45	38° 90	35° 56
Hauteur du baromètre (condenseur)	» »	» »	» »	0^{m} 609
Nombre de plongeurs des pompes	8	1	5	5
Id. de clapets	2	»	4	3
Pression de l'eau par centimètre quarré de piston	0^{k} 81	1^{k} 26	0^{k} 84	0^{k} 95
Degrés de la détente	1/3	1/3	2/11	»
Coups de piston par minute	8 1/2	9	8	7
Proportion de durée de l'entrée et de la sortie avec la course.	4 : 6 1/2	4 : 7	1 : 2	4 : 7 1/2
Consommation de graisse, par jour	5^{k} 44	2^{k} 72	5^{k} 44	5^{k} 44
Id. d'huile, *id.*	0^{k} 52	0^{k} 26	0^{k} 52	0^{k} 52
Nombre d'hommes employés, *id.*	4	3	4	4
Nombre d'enfants *id.* *id.*	3	»	3	3

CORNOUAILLES, PAR M. JOHN EMYS (1838)

Mines consolidées. — Machines de					
Taylor.	Davy. (4)	Job. (5)	Woolf. (6)	Bawden. (7)	Pearce.
[illegible]m 158	2m 031	1m 650	2m 286	2m 286	1m 650
[illegible]m 047	3m 454	2m 743	3m 047	3m 047	2m 743
[illegible]m 304	0m 330	0m 228	0m 203	0m 203	0m 178
[illegible]m 406	0m 456	0m 304	0m 406	0m 406	0m 304
[illegible]m 508	0m 608	0m 356	0m 482	0m 482	0m 356
4	3	2	4	3	3
de 11m de 12m 191	11m 277	1 de 9m 448 1 de 9m 753	10m 667	11 mètres	11 mètres.
1m 981	2m 133	1m 981	1m 915	1m 915	1m 915
de 1m 142 de 1m 219	1m 320	1m 143	1m 143	1m 143	1m 143
1m 219	1m 219	1m 219	1m 219	1m 219	1m 219
19m 202	15m 849	9m 143	18m 287	13m 715	13m 715
1152m 227	960m 407	487m 051	1060m 990	821m 116	821m 116
[illegible]m.c. 016	57m.c. 307	29m.c. 234	60m.c. 482	46m.c. 695	46m.c. 695
20m.c. 800	16m.c. 414	8m.c. 914	17m.c. 206	12m.c. 444	12m.c. 444
13° 90	13° 90	» »	13° 90	13° 90	10° 56
» »	» »	» »	» »	» »	19° 45
26° 67	26° 67	27° 23	36° 67	36° 67	36° 11
43° 90	32° 22	38° 90	52° 23	35° 56	42° 78
B* 25° 00	B* 24° 45	B** 3[illegible]° 00	B** 38° 90	B** 60° 00	» »
26° 12	» »	» »	54° 45	35° 00	» »
17° 78	28° 89	14° 45	46° 11	43° 34	13° 90
36° 67	37° 78	32° 78	60° 00	60° 00	36° 11
0m 693	0m 699	»	0m 647	» »	» »
9	12	2	7	8	9
2	2	»	1	2	2
0k 70	0k 92	0k 62	0k 81	0k 58	1k 18
1/5	1/5	»	1/3	1/3	1/4
8 1/2	7 1/2	»	9	9	10
4 : 7	5 : 8	4 : 7	5 : 7	5 : 7	5 : 6
5k 44	5k 44	4k 53	5k 44	5k 44	4k 53
0k 52	0k 52	0k 52	0k 52	0k 52	0k 52
4	4	3	4	4	3
3	3	3	4	4	3

OBSERVATIONS.

(1) Vieille machine sans chemise de vapeur.

(2) Vieille machine ayant subi des réparations.

(3) On a employé pour la chemise de vapeur de cette machine, un vieux cylindre de 2m 28.

(4) Machine construite en 1832.

(5) Machine employée pour élever l'eau à 86 mètres pour les roues et l'injection.

(6) Cylindre dans de mauvaises conditions, il a été changé.

(7) Vieille machine de 1820.

(8) L'astérisque simple *, placé à côté du B, signifie que l'enveloppe est en bois, et le double ** qu'elle est en briques.

OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

COMPARATIVES

SUR LES MACHINES DE CORNOUAILLES

(*CORNISH PUMPING ENGINE*)

ET CELLES DE BOULTON ET WATT,

EMPLOYÉES A L'ÉLÉVATION DES EAUX.

Avant d'examiner les résultats des différentes machines servant à l'élévation des eaux, il convient d'exposer, d'après M. Wicksteed, et la composition de ces machines et les divers points qui constituent leur différence.

Les machines système du Cornouailles établies à l'usine East London Water Works, sont destinées à élever les eaux dans la ville de Londres. C'est exactement le système que nous avons décrit précédemment et représenté sur les pl. 38 à 40, à l'exception qu'au lieu d'épuiser les eaux des mines, elles élèvent celles d'un réservoir au moyen d'un seul piston plein d'un énorme diamètre.

Ce piston est lié directement à l'extrémité du balancier, opposée à celle du piston à vapeur, et n'a en raison de la différence des bras qu'une course inférieure à celui-ci. Un énorme contre-poids en fonte sert à équilibrer tout le système et à donner la charge nécessaire pour refouler l'eau dans une colonne extérieure où elle s'élève à une hauteur de 33^m environ. Le corps de pompe dans lequel se meut le plongeur est en communication avec deux soupapes analogues à celle que nous avons représentée fig. 19, pl. 40. L'une de ces soupapes s'ouvre à chaque course ascendante et se ferme lorsque la voisine s'ouvre à chaque course descendante et réciproquement. Elles sont toutes deux montées à l'embouchure de tuyaux en fonte d'un même diamètre que le corps de pompe, de sorte que le mouvement de l'eau est régulier dans tout son parcours. Une circonstance particulière à cette machine est que le condenseur et les pompes qui en dépendent sont situées du côté opposé du piston à vapeur; la pompe à eau froide est mise en mouvement par une équerre en fonte fixée au contre-poids du piston foulant. Ce système de machine à foyers et bouilleurs intérieurs, les pompes et les tuyaux, a coûté 190,000 francs; la construction est de MM. Harvey et Cie et William West, de la fonderie de Hayle.

Ces constructeurs s'étaient engagés à faire produire à la machine, pendant une période de douze mois, un travail régulier correspondant à plus de 12,000,000 de kilog. ou 12,445,830 litres d'eau élevés à 1 mètre de hau-

teur, avec une consommation de 42k 62 de bon charbon de Welsh, ce qui a été accompli.

La machine fonctionna, dès les premiers jours qu'elle fut établie, avec la plus grande satisfaction, et produisit immédiatement sur les autres une grande économie. Toutefois les clapets de la pompe à air, étant de dimensions extraordinaires, causaient de si grandes secousses sur leurs siéges que les murs de la chambre de la machine en étaient ébranlés; on les modifia plusieurs fois, mais tous ceux que l'on fit étant sur le même principe que les soupapes en usage dans les usines du Cornouailles, ne purent remédier à cet inconvénient. Cependant MM. Harvey et West imaginèrent, en 1839, des valves à double siége, marchant seules, et qui produisirent un bon effet; elles n'occasionnent pas en fermant autant de bruit que les premières, et de plus elles ne laissent pas introduire d'air ni perdre d'eau (fig. 19, pl. 40).

La machine de Boulton et Watt, établie à la même usine, diffère des précédentes par divers points importants. C'est toujours une machine à balancier, mais à course égale, marchant à simple effet, mais élevant et refoulant alternativement l'eau au lieu de la refouler seulement. Par suite de cette disposition, la tige des pompes n'a besoin que d'un contre-poids très-faible. Les pompes à air et le condenseur sont placés près du cylindre à vapeur, ainsi que dans les premières machines de Watt, avec lesquelles celle que nous examinons ne présente que les différences que nous allons signaler.

1° La cylindre des machines du Cornouailles est placé dans une position relative avec les chaudières, telle que la vapeur condensée dans l'enveloppe peut retourner naturellement à ces dernières. Cette enveloppe est si bien enfermée que la température de la vapeur qui s'y trouve n'est inférieure à celle de la chaudière que de 4 degrés centigrades, c'est-à-dire que dans l'une des capacités (la chaudière) la vapeur est à 140 degrés et que dans l'autre (l'enveloppe) elle est à 136°. Le poids de l'eau employée pour la formation de la vapeur de celle-ci, à chaque course, n'excède pas 0k 015, ou environ 1/2 p. 100 de la dépense totale.

Dans les machines de Boulton et Watt, la vapeur condensée s'échappe par un siphon et ne retourne plus dans la chaudière, elle est ainsi perdue. On compte qu'il faut environ 0k 045 d'eau par course pour la production de cette vapeur, ou 2 1/2 p. 100 de la quantité totale. Déduction faite de ces deux résultats, on trouve qu'il y a excès de perte, dans les machines de Boulton de 1,7/10 p. 100.

2° L'espace qui existe au-dessus du piston dans les machines du Cornouailles, lorsque les orifices sont fermés, est égal à 510déc.cub., ou environ le 1/20 de l'espace au-dessus de celui-ci, lorsque les orifices sont ouverts; dans les machines de Boulton et Watt il est égal à 570déc.cub., ou environ le 1/8. La soupape d'équilibre est fixée sur le bas du cylindre dans les machines de Boulton et Watt et communique avec le haut de celui-ci par un tuyau; si cette soupape était située au sommet comme dans les machines

du Cornouailles, l'espace de la largeur serait réduit à 400 déc. cub., ou environ le 1/12.

Dans une machine à simple effet, lorsque le haut du piston n'est pas directement en communication avec le condenseur et que la vapeur agit sans expansion, il n'y a aucune perte résultant de cet éloignement, mais lorsque la vapeur est employée avec détente, cet espace est rempli, avant l'ouverture de la valve, de vapeur d'une densité moindre que celle qui suivra l'admission. Or, évidemment, plus la vapeur agissant est détendue, plus grande sera la quantité de vapeur remplissant l'espace en question, car la vapeur restant au-dessus du piston après chaque course sera plus rare ou de moindre densité. Mais cette vapeur qui reste agit encore et produit un effet utile.

Dans le cas que nous considérons, la vapeur laissée dans le cylindre des machines du Cornouailles occuperait, à la densité de celle qui va être admise, un espace égal à 220 déc. cub., ou à peu près 1/16 de l'espace entier qui se trouve au-dessus du piston au moment de fermer la communication.

On ne doit cependant pas déduire de ce qui précède que quand la vapeur agit avec détente, l'augmentation d'espace au-dessus du piston soit avantageuse. Car, supposons l'espace aussi grand dans les machines du Cornouailles qu'il l'est dans celles de Boulton et Watt, c'est-à-dire 1/8 au lieu de 1/20 de tout le volume, lorsque le piston est au bout de sa course; ce volume serait alors égal à 1m. c. 273, et l'espace occupé par la vapeur laissée à la fin de la course antérieure, au moment d'ouvrir la valve, égal à 549déc. c., ce qui donnerait une différence de 724déc. c.. Dans le cas précédent, le volume de vapeur était de 510déc. c., et en déduisant les 220déc. c. pour la vapeur laissée dans le cylindre, on a une différence de 290déc. c.; la quantité de vapeur à ajouter pour produire le même effet est donc

$$724^{\text{déc. c.}} - 220^{\text{déc. c.}} = 504^{\text{déc. c.}} \text{ ou } 12\ 1/2 \text{ p. } 100$$

de plus par course que quand l'espace au-dessus du piston était moindre.

En faisant l'opération inverse et en supposant l'espace de la machine de Boulton égal à celui de la machine du Cornouailles, c'est-à-dire, 1/20 au lieu de 1/8, on a 220déc. c.; de sorte que l'espace occupé par la vapeur restant dans le cylindre est égal à 130déc. c.. La différence devient alors 90déc. c., au lieu de (566déc. c. — 339déc. c.) = 227déc. c., ce qui donne

$$227^{\text{déc. c.}} - 90^{\text{déc. c.}} = 137^{\text{déc. c.}} \text{ ou } 4\ 1/2 \text{ p. } 100$$

de moins par course pour produire le même effet.

Ainsi, dans la machine de Boulton et Watt, la perte provenant de la disposition de l'enveloppe et du grand espace réservé à la vapeur au-dessus du piston est égale à

$$1\frac{7}{10} \text{ p. } 100 + 4,2 \text{ p. } 100, \text{ ou à peu près } 6 \text{ p. } 100;$$

autrement dit, si la construction, quant à ce qui regarde ces deux points, était la même que dans la machine de Cornouailles, le travail serait de 131,333 kilogrammètres par kilog. de charbon brûlé (petit Newcastle), et la machine du Cornouailles aurait seulement produit 2. 13 fois l'effet au lieu de 2. 26.

Ces altérations dans la machine de Boulton et Watt résultent, sans aucun doute, du premier point que nous avons examiné; quant au second (l'espace pour la vapeur au-dessus du piston), les changements de position de la soupape d'équilibre le modifieraient avantageusement, mais néanmoins la prudence a déterminé la hauteur d'élévation du piston de sorte qu'on ne peut rien changer sur ce point, à moins toutefois d'établir des ressorts assez énergiques pour empêcher le fond du cylindre de se briser.

3° Ce qu'il reste à considérer maintenant est la différence des résistances que chacune des machines a à vaincre. La table suivante en fait voir le résumé. Seulement il est utile d'observer que la résistance opposée à la vapeur dans la machine du Cornouailles, varie pendant la durée de la course parce que l'eau est élevée du puits dans le corps de pompe, et que la pompe à air agit pendant la course ascendante du piston à vapeur.

	MACHINE DU CORNOUAILLES						MACHINE de Boulton et Watt.	
	Au commencement de la course.		A la fin de la course.		Travail moyen.		Travail moyen.	
	Charge totale en kilog.	Pression par c. q. de piston.	Charge totale en kilog.	Pression par c. q. de piston.	Charge totale en kilog.	Pression par c. q. de piston.	Charge totale en kilog	Pression par c. q. de piston.
Poids entraînant l'extrémité du balancier...	25418.81	0.776	25418.81	0.776	25418.81	0.776	2701.45	0.149
Charge d'eau élevée par la machine.........	817.93	0.025	2922.61	0.090	1870.27	0.058	11762.10	0.649
Pompe à eau froide....	84.33	0.003	84.33	0.003	84.33	0.003	1334.26	0.007
Pompe à eau chaude...	1.36	0.000	4.08	0.000	2.72	0.000	[illegible]	[illegible]
Pompe à air..........	38.99	0.001	3046.84	0.094	267.95	0.008	0.0	0.000
Frottement.	457.48	0.014	457.48	0.014	457.48	0.014	616.27	0.034
Imperfection du vide..	1661.25	0.051	1661.25	0.051	1661.25	0.051	623.87	0.035
TOTAL.......	28480.15	0.870	33295.40	1.028	39462.81	0.910	17280.52	0.875

La charge totale élevée, c'est-à-dire, l'eau et le contre-poids du piston foulant (*Cornish*), est égale à

$$0^k 776 + 0^k 058 = 0^k 834 \text{ par cent. q. de piston,}$$

et par la machine de Boulton et Watt :

$0^k 150 + 648 = 0^k 798$ par cent. q. de piston.

Dans ces sortes de machines l'effet utile se calcule ainsi :

DIMENSIONS PRINCIPALES. — MACHINES DU CORNOUAILLES.

Diamètre du piston plongeur.	1^m 04
Surface dudit.	$0^{m.q.}$ 8495
Hauteur de l'élévation de l'eau.	32^m 94
Course du piston plongeur.	2^m 74
Course du piston à vapeur.	2^m 05
Diamètre dudit.	2^m 03
Surface, moins la section de la tige.	$3^{m.c.}$ 21
Diamètre du corps de pompe.	1^m 098
Id. des tuyaux de prise d'eau.	1^m 098
Id. de la colonne ou tuyau d'ascension.	1^m 52
Longueur du balancier (côté du cylindre à vapeur).	5^m 18
Id. *Id.* (côté du piston foulant).	4^m 68
Diamètre de la pompe à air.	0^m 86
Id. du condenseur.	0^m 86
Id. de la pompe alimentaire.	0^m 17
Id. du tuyau d'arrivée de vapeur.	0^m 30
Id. de sortie	0^m 45
Id. de la colonne qui l'amène sous le piston.	0^m 35

$$0^{m.q.} 8495 \times 32^m 94 \times 1000^k = 27982^k, 25.$$

$$27982^k \times \frac{2^m 74}{3^m 05} = 25184, \text{ charge sur le piston.}$$

$$\frac{\text{Charge sur le piston } 25184^k}{\text{Surface du piston } 3^{m.c.} 21} = 0^k 784$$

par cent. q. de piston.

MACHINES DE BOULTON ET WATT.

Diamètre du piston de la pompe.	0^m 68
Id. de la tige.	0 12
Surface de son piston, moins la tige.	$0^{m.q.}$ 3520
Hauteur d'élévation de l'eau.	32^m 63
Course du piston à vapeur.	2^m 41
Diamètre du piston à vapeur.	1^m 52
Surface, moins la tige.	$1^{m.q.}$ 85
Demi-longueur du balancier.	4^m 03
Diamètre de la pompe à air.	0^m 71

Diamètre de la pompe à eau froide. . . . . 0^m 30
Id. de la pompe alimentaire. . . . . 0^m 15

$$0^{m.q.}3520 \times 32^m63 \times 1000^k = 11485^k76.$$

$$\frac{\text{Charge sur le piston } 11485^k63}{\text{Surface du piston } 1^{m.q.}815} = 0^k633.$$

Dans la machine du Cornouailles, l'effet utile est

$$0^k910 : 100 :: 0^k784 : x = 85 \text{ p. } 100$$

de la résistance totale en tenant compte de l'imperfection du vide, ou :

$$0^k859 : 100 :: 0^k784 : x = 91 \text{ p. } 100$$

en négligeant cette perte de force.

Dans la machine de Boulton et Watt, l'effet utile est

$$875 : 100 :: 0^k633 : x = 72 \text{ p. } 100$$

de la résistance totale en tenant compte de l'imperfection du vide, ou :

$$841 : 100 :: 0^k633 : x = 75 \text{ p. } 100$$

en négligeant cette perte de force.

La somme des résistances n'est pas égale dans les deux genres de machines ; mais en supposant qu'elles le fussent, la machine de Cornouailles produirait encore 1 fois 82 l'effet de la machine de Boulton et Watt.

C'est ici le cas d'observer que lorsqu'il s'agit de l'élévation de l'eau les machines du Cornouailles sont les meilleures, les plus économiques et les moins coûteuses, relativement à tous les systèmes employés. Nous prenons pour exemple l'appareil de Marly, élevant habituellement $1800^{m.c.}$ d'eau par vingt-quatre heures à une hauteur moyenne de 160^m, et brûlant pour effectuer ce travail 100 hectolitres de charbon dans le même temps, soit :

$$100 \times 80^k = 8000 \text{ kilog. de charbon.}$$

Or, en n'évaluant cette consommation qu'à 5200 kilog. à cause des pertes et des frottements occasionnés par la longueur des tuyaux (1300 mètres), on arrive à

$$1800^{m.c.} \text{ d'eau ou } \frac{1800000^{lit.} \times 160^{mèt.}}{5200^{kilog.} \text{ de charb.}} = 55385 \text{ kilogrammètres.}$$

Et comme d'autre part nous avons vu que :

$$\frac{12445830^{lit.} \text{ à } 1^{mèt.}}{42^k62 \text{ de charb.}} = 292018 \text{ kilogrammètres,}$$

on a entre les machines une différence de

$$\frac{292018}{55095} = 5,30.$$

C'est-à-dire qu'avec une consommation de 1 kil. de charbon les machines du Cornouailles font le même travail que la machine de Marly avec 5k 30, ou, en d'autres termes, que la machine de Marly brûlerait 5, 30 fois moins de charbon si elle était remplacée par une machine système du Cornouailles.

EXPÉRIENCES DE M. WICKSTEED,

SUR LES MACHINES DU CORNOUAILLES, ET DE WATT ET BOULTON, A DÉTENTE.

M. Morin s'exprime ainsi à ce sujet, dans ses leçons de mécanique pratique :

« Il a été exécuté à Londres et publié en 1841, des expériences faites avec beaucoup de soin par M. Wicksteed, ingénieur de l'usine East London Water-works, sur la machine du système du Cornouailles, à détente et condensation, et sur une machine de Watt et Boulton.

On a vu que ces machines, dites à cataracte, sont disposées de manière à fonctionner par intermittences, et sont à simple effet.

Sans entrer dans le détail des résultats obtenus, je me contenterai de dire que, le volume d'eau évaporée ayant pu être observé avec exactitude et pendant longtemps, il a été facile d'appliquer au calcul de l'effet utile, les formules proposées par M. de Pambour, en même temps que la formule de M. Poncelet.

La quantité d'eau vaporisée par kilogramme de houille brûlée de Newcastle, première qualité, étant, d'après les observations directes de M. Wicksteed, de 8 kil. 254, la formule pour déterminer la quantité de travail théorique par kilog. de charbon brûlé,

$$47\,913\,750 \frac{1 + 0,00368\,T}{550 + T - T'} \left[1 + \text{log. hyp.} \frac{V_1}{V} - \frac{P'}{P_1}\right]^{\text{km.}}$$

devient dans ce cas :

$$7756\,180 \frac{1 + 0,00368\,T}{550 + T - 28^\circ} \left[1 + \text{log. hyp.} \frac{P}{P_1} - \frac{0,100}{P_1}\right]^{\text{km.}}$$

La pression dans la chaudière a varié depuis 2k 14, par centimètre quarré, jusqu'à 3k 63, et la détente depuis 1.68, jusqu'à 3. 10.

L'effet utile a été calculé par le produit du poids de l'eau élevée réellement et de la hauteur d'élévation comparée au poids de charbon brûlé. L'effet théorique consigné au tableau suivant est calculé : 1° par la formule de M. Poncelet ; 2° par la méthode proposée par M. de Pambour. Dans l'application de la première, on a introduit la quantité d'eau réellement vaporisée ou la quantité de chaleur réellement utilisée par le foyer. Pour la seconde, on a fait entrer dans la formule qui donne l'effet utile par course, la pression calculée à l'aide de la loi de Mariotte, en tenant compte de l'espace nuisible, et l'on a adopté les valeurs de cette pression, données par l'ingénieur anglais, puis on a divisé le travail correspondant à chaque course, par la quantité de charbon brûlé dans le même intervalle. Enfin l'on a successivement comparé l'effet utile réel à l'effet théorique donné par chacune de ces méthodes

EXPÉRIENCES FAITES SUR LES MACHINES DE L'USINE DE EAST-LONDON WATER-WORKS, DU SYSTÈME DE CORNOUAILLES ET DU SYSTÈME DE WATT, A SIMPLE EFFET, A UN SEUL CYLINDRE, AVEC DÉTENTE ET CONDENSATION (1).

Pression dans la chaudière, par mètre carré.	Température correspondante.	Portion de la course correspondante à l'admission.	Détente $\frac{P}{P_1}$.	Effet théorique par kilogramme de houille. Formule de M. Poncelet	Effet utile réel par kilogramme de houille.	Rapport ou coefficient.	Effet théorique d'après la règle de M. de Pambour.	Rapport de l'effet utile, réel ou coefficient.
Machine de Cornouailles.								
kil.	degrés.	mètres.		k. m.	k. m.			
21399.5	122.22	1.838	1.658	213270	191896	0.8998	211232	0.9085
24386.3	126.66	1.454	2.097	234646	223652	0.9572	244457	0.9614
30008.5	133.33	1.210	2.519	277606	233343	0.8435	268602	0.8687
32116.8	136.11	1.073	2.841	294769	241625	0.8216	284495	0.8496
36333.4	140.00	0.954	3.196	314273	264374	0.8439	298315	0.8862
						0.8750		0.8949
Machine de Watt et Boulton.								
12349.1	106.67	1.524	1.581	199412	116606	0.5983	190353	0.6126

Les résultats de ces expériences, exécutées avec beaucoup de soin et dans des circonstances très-favorables à la détermination exacte de la quantité

(1) *An experimental inquiry concerning the Cornish and Boulton and Watt pumping engines*, by Th. Wicksteed. *London*, 1841.

d'eau vaporisée, montrent d'abord le grand avantage de l'emploi de la détente, puisque l'effet utile obtenu par kilogramme de charbon brûlé a augmenté dans le rapport de 5/7 quand la détente s'est accrue dans celui de 1 à 2 environ, pour les machines du Cornouailles; et si l'on compare l'effet des machines de Boulton et Watt à celui des précédentes, on trouve que l'effet utile de la machine du Cornouailles, avec détente à 3.195 fois le volume de l'admission, est égal à 2.31 fois l'effet utile de la machine de Watt, où la détente n'était que 1.581 fois le volume de l'admission.

La comparaison de l'effet utile réel mesuré par le produit du poids de l'eau élevée et de la hauteur d'élévation, montre que la valeur moyenne du coefficient de la formule de M. Poncelet, pour les machines du Cornouailles, est 0.8707, et celui de la formule de M. de Pambour, 0,8949. Une coïncidence analogue existe entre les valeurs et les coefficients fournis par la machine de Watt, qui a donné pour la première formule, 0.5833 et pour la seconde 0.6126.

On voit donc que les deux règles conduisent à très-peu près au même résultat, cela tient à ce que, en réalité, la seconde ne diffère guère de la première.

Nous n'avons pas reproduit ici l'estimation faite par M. Wicksteed de l'influence des résistances passives; il est d'ailleurs évident qu'en ajoutant le travail correspondant à l'effet utile réel, on serait parvenu à une conclusion analogue » (1).

CHAUDIÈRES.

Les chaudières des machines représentées pl. 38, 39 et 40 sont à foyers cylindriques intérieurs, c'est-à-dire, composées de deux cylindres l'un dans l'autre, et laissant entre eux un espace annulaire dans lequel est renfermée l'eau. Le foyer est placé dans l'intérieur du petit cylindre, où la flamme circule dans le sens de sa longueur, en léchant tout le contour de ses parois; elle passe ensuite dans deux carneaux latéraux, puis enfin dans un troisième qui se trouve sous la chaudière, pour de là se rendre dans un conduit latéral communiquant directement à la cheminée.

Nous proposant de donner dans le VIIe volume un article complet sur les chaudières à vapeur de toutes natures, nous examinerons plus amplement celles qui servent aux machines du Cornouailles; nous ne ferons, quant à présent et pour terminer cet article, que mentionner dans le tableau suivant, donnant le poids comparatif de charbon brûlé dans les chaudières du Cornouailles et de Boulton et Watt, les différences notables qui existent dans la consommation de ces deux machines.

(1) Morin, *Leçons de mécanique pratique*, IIIe vol., p. 180.

NOMS des CHAUDIÈRES.	Numéros des chaudières.	Nombre des chaudières.	SURFACE DE CHAUDIÈRE exposée au feu, à la flamme et à la fumée. par décimètre quarré de grille.	par kilogramme d'eau évaporée par heure.	par kilogramme de charbon consommé par heure.	POIDS de charbon brûlé par décimètre quarré de grille et par heure.
			déc. quarr.	déc. quarr.	déc. quarr.	kilog.
BOULTON et WATT.	1	1	21.28	3.075	26.514	0.802
	2	1	15.78	3.341	26.630	0.596
	3	»	» »	2.663	» »	» »
Moyenne.............			18.53	3.026	26.572	0.699
du CORNOUAILLES.	4	3	36.11	24.690	26.125	0.138
	5	3	43.88	20.940	21.965	0.200
	6	1	43.70	31.964	26.832	0.178
Moyenne.............			41.23	25.865	24.974	0.176

REMARQUE. — Quoique nous ayons donné pour exemple de machine à vapeur celle de Marly, et que nous ayons fait voir combien les résultats étaient défectueux comparativement aux appareils de Cornouailles, il est juste néanmoins d'observer que, depuis quelques années, nos constructeurs ont étudié sérieusement la question, et qu'ils sont arrivés à un résultat véritablement satisfaisant.

Ainsi, MM. Legavrian et Farinaux, de Lille, M. Farcot, de Paris, et d'autres constructeurs, établissent des appareils ne brûlant pas plus de 1 kilog. 1/2 de charbon par force de cheval et par heure. Nous publierons ces appareils dans le courant du VIIe volume en examinant quelles sont les parties essentielles qui ont été modifiées ou perfectionnées.

BREVETS D'INVENTION.

On sait que le ministre de l'agriculture et du commerce envoie à chaque demandeur de brevet, avec les titres définitifs, un avis imprimé ainsi conçu :

« Aux termes de la loi du 5 juillet 1844 sur les brevets d'invention, les brevetés « ont la faculté de se libérer par versements annuels de 100 fr. Mais d'après l'art. 32 « de la même loi, les annuités doivent être acquittées, *à peine de déchéance,* avant « le commencement de chacune des années de la durée du brevet, laquelle compte « du jour du dépôt de la demande à la préfecture, et non de la date de la déli- « vrance du titre.

« Les brevetés qui n'acquittent pas l'annuité de chaque année, avant l'expiration

« de l'année précédente, encourent donc la déchéance de plein droit prononcée par « la loi, et l'administration n'a pas le droit de les en relever. »

Dans les premières années qui suivirent la promulgation de la loi, le ministère crut devoir être extrêmement sévère et précis sur l'exécution de l'art. 32, en exigeant que le paiement de la deuxième annuité fût effectué au moins la veille de l'expiration de la première, et déclarer en déchéance des brevetés qui payaient le jour même de l'anniversaire.

Cependant sur les réclamations motivées d'un inventeur breveté, qui dut s'adresser au conseil d'État, ce conseil vient (il est vrai bien tardivement) de décider que le ministre avait dépassé ses pouvoirs, en déclarant déchus les brevets dont les annuités ne seraient acquittées que le jour même de l'échéance En conséquence, le breveté a été relevé de sa déchéance. Nous regardons cette décision comme très-importante, et nous nous empressons de la porter à la connaissance de nos lecteurs.

Ainsi tous les brevetés qui n'auraient payé leurs annuités que le jour et non la veille de l'expiration doivent être maintenus dans leurs droits.

On sait aussi que depuis le 24 février le décret du ministre provisoire du commerce, relativement au délai illimité accordé aux brevetés, est toujours en vigueur; par conséquent les personnes qui n'auraient pu effectuer le versement de leurs annuités à l'époque fixée sont encore à même de se mettre en mesure, sans encourir la déchéance de leurs brevets.

Plusieurs inventeurs ont cru à tort, depuis la révolution de février, que la loi sur les brevets d'invention serait annulée, et que par suite il serait inutile de faire des demandes de titres. Nous croyons devoir prendre sur nous de rassurer tout le monde à cet égard. On a toujours été, au ministère, bien loin d'une telle pensée. La loi sur les brevets, ayant pris naissance en 1791, est essentiellement démocratique; elle doit toujours être paternelle et favorable aux esprits sérieux, inventifs, qui font la gloire de l'industrie française.

On doit le reconnaître, c'est dans les pays où les inventions, les perfectionnements de toute espèce ont été le plus protégés que l'industrie a pris les plus grands développements. Ainsi en Angleterre, où une législation sur les patentes existe depuis plus de deux siècles, où les patentes accordées aux inventeurs reçoivent une grande protection, l'industrie a toujours été au premier rang, et c'est surtout dans les branches qui ont fait le sujet de découvertes brevetées que les progrès ont été les plus marqués.

Il en est de même en France; depuis un demi-siècle, la prospérité industrielle s'est accrue d'une manière considérable et est devenue une rivale redoutable de celle de nos voisins d'outre-mer.

La république nouvelle, toute bienveillante et progressive, ne peut vouloir détruire une des plus belles institutions que nous a léguées celle de 1791. Loin de supprimer les brevets d'invention, elle ne fera, nous en sommes convaincus, qu'en étendre les faveurs, tout en conservant les droits du public. Nous ne craignons pas de le dire, l'État répandra la protection la plus large sur tous les inventeurs, comme il veut le maintien de la propriété, la liberté de la pensée, l'égalité des droits de tous.

L'esprit inventif est peut-être plus fécond en France que dans tous les autres pays du monde. Où iraient donc toutes les améliorations, toutes les découvertes ingénieuses des fabricants, des ouvriers français, si on supprimait tous les privilèges de l'invention et du talent là justement où elles trouveraient une protection sûre et durable ? On détruirait alors, dans notre beau pays, *l'émulation industrielle* qui en fait la gloire et la richesse.

APPAREIL

PROPRE A UTILISER LA PRESSION DE L'AIR ATMOSPHÉRIQUE

COMME PUISSANCE MÉCANIQUE,

PAR M. FRŒLICH, INGÉNIEUR A PARIS.

On a cherché depuis longtemps à employer l'air ou d'autres gaz comme force motrice, au lieu de la vapeur d'eau. Les appareils qui ont été imaginés à cet effet ont eu principalement pour but de comprimer ces gaz à des pressions plus ou moins élevées, et quelquefois à les mélanger avec des vapeurs. Sans entrer dans les détails relatifs à la disposition de ces appareils, et aux inconvénients qu'ils présentent en pratique, nous devons dire que le système de M. Frœlich diffère essentiellement de tout ce qui a été projeté ou exécuté jusqu'ici, et repose sur un principe bien connu en physique et tout à fait incontestable.

Tout le monde sait que lorsqu'on élève la température de l'air, il se dilate, et devient sous le même volume, moins pesant, ou en d'autres termes, il devient d'autant plus léger que sa température est plus haute. Ainsi, un mètre cube à 0°, étant élevé à une température de 100 degrés, occupe un volume sensiblement plus grand, qui devient $1^{m}375$, par conséquent son poids diminue en raison inverse ; or, le mètre cube à 0° pèse $1^{k}290$, donc le mètre cube à 100° ne doit peser que $0^{k}938$. Il en résulte que la différence de pression existant entre ces deux sortes d'air est égale à $1^{k}290 - 0^{k}938 = 0^{k}352$, c'est-à-dire que la force ascensionnelle résultant de cette différence de poids est de $0^{k}352$.

Le principe sur lequel s'est basé M. Frœlich pour établir son appareil, repose justement sur l'action de cette puissance que l'on peut utiliser mécaniquement comme on est parvenu à utiliser avec succès la vapeur d'eau. Voici alors comment il est arrivé à résoudre le problème : supposons de l'air chauffé par un foyer surmonté d'une grande cloche, d'où il s'échappe dans une cheminée en se maintenant à un certain degré de chaleur, il est évident que cet air s'élèvera avec une vitesse d'autant plus grande que sa température sera plus haute, par conséquent il déterminera un tirage, un courant continuel, au fur et à mesure qu'il sera remplacé par de l'air constamment renouvelé.

Or, imaginons que l'intérieur de cette cheminée soit mis en communication avec un cylindre, disposé comme celui d'une machine à vapeur, et contenant un piston mobile, avec l'application d'une boîte et d'un tiroir de distribution. Supposons que la partie supérieure au-dessus du piston soit ouverte à l'air extérieur, tandis que la partie inférieure communique avec le foyer et la cheminée. Il est évident que ce piston descendra, parce que, comme on vient de le voir, il y a nécessairement une force qui agit sur lui, plus grande que celle qui tend à le soulever, puisque l'air qui se trouve au-dessous est dilaté, et, par conséquent, plus léger que l'air extérieur qui ne l'est pas. Il en sera de même pour la marche inverse du piston, si on suppose que la partie inférieure du cylindre soit ouverte à l'atmosphère et que la partie supérieure communique avec le foyer et la cheminée.

On voit donc d'après cela qu'il est possible de construire une machine qui remplisse exactement ce double effet, de mettre le dessus et le dessous du piston successivement en communication avec l'atmosphère, et avec l'air dilaté. C'est en effet

ce qui a été fait par M. Frœlich, pour démontrer la facilité de son application industrielle.

NOTE SUR LES ENGRENAGES.

Plus nous avançons en mécanique, plus nous jugeons utile d'avoir des formules pratiques et à la portée de tous, pour calculer rapidement les dimensions des organes principaux qui constituent les parties travaillantes des machines ; c'est pourquoi nous n'avons pas manqué l'occasion de donner des règles simples, et le plus souvent des tableaux tout faits, pour servir aux constructeurs; il nous suffit de rappeler les articles concernant les moteurs hydrauliques, les machines à vapeur, les transmissions de mouvement, que nous avons traités successivement dans les volumes qui précèdent. Nous avons même, au sujet des engrenages, montré un tracé géométrique qui a l'avantage de donner, à première vue, les épaisseurs de dentures en bois et en fonte. A ce sujet, nous devons faire une observation qui n'a été indiquée nulle part jusqu'à ce jour, c'est que, selon nous, on devrait, comme pour les arbres premiers et seconds moteurs, tenir compte aussi, pour les roues dentées, de leur position par rapport au moteur même. Ainsi, on se rappelle (1er volume) que l'arbre de couche d'une machine à vapeur qui porte un volant, ou un appareil de navire de mer, est plus fort qu'un arbre secondaire qui doit transmettre la même force normale, mais qui ne porte qu'un engrenage et n'est pas susceptible d'éprouver des chocs ou une augmentation de puissance notable. Il devrait évidemment en être de même pour un engrenage, c'est-à-dire que sa denture doit être plus forte lorsqu'il est monté sur un arbre qui porte un volant, ou qu'il doit subir des secousses.

Par conséquent, la formule $e = 6,80 \sqrt{\frac{C}{V}}$ (page 271, ve volume), qui nous a paru donner des dimensions suffisantes pour les dentures en fonte des engrenages montés sur des roues hydrauliques, ou d'autres arbres de transmission, devrait être remplacée par celle $e = 7,5 \sqrt{\frac{C}{V}}$, c'est-à-dire avoir un coefficient plus grand pour les dentures des engrenages montés sur des arbres de couche de navires à vapeur ou portant des volants.

Remarquons aussi que la formule $e = 9 \sqrt{\frac{C}{V}}$ donnée pour les dentures de bois, en admettant la largeur l égale à cinq fois l'épaisseur, doit être remplacée par celle

$$e = 9 \sqrt{\frac{C}{V} \times \frac{5}{6}}, \text{ ou } e = 8.1 \sqrt{\frac{C}{V}}, \text{ lorsque } l = 6e,$$

et par celle

$$e = 9 \sqrt{\frac{C}{V} \times \frac{5}{7}} = 7,6 \sqrt{\frac{C}{V}}, \text{ lorsque } l = 7e;$$

par conséquent la règle indiquée (page 272, t. ve) doit être rectifiée en ayant le soin de multiplier le premier coefficient 9 par la racine carrée du rapport qui existe entre les deux largeurs.

FIN DU TOME SIXIÈME.

TABLE RAISONNÉE

DES

MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME SIXIÈME

DE LA PUBLICATION INDUSTRIELLE.

I.

II ET III.

IV.

Pages.

V.

VI.

Pages.

VII.

VIII.

Pages.

IX.

X.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

AUTEURS, MÉCANICIENS, INGÉNIEURS ET MANUFACTURIERS,

QUI ONT ÉTÉ CITÉS DANS CE VOLUME

Pour leurs Ouvrages, pour leurs Inventions, ou pour leurs Travaux.



